This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Digitized by Google

Mus Per. 22

Per. 18842 d. 124

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ZEITSCHRIFT

FÜR

KRYSTALLOGRAPHIE

UND

MINERALOGIE

UNTER MITWIRKUNG

ZAHLREICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN

VON

P. GROTH.

DRITTER BAND.

MIT 15 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 135 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1879.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhaltsverzeichniss des dritten Bandes.

Heft I. (Geschlossen am 20. November 1878.)

		Seite
I.	*G. vom Rath*, mineralogische Mittheilungen, n. F. (Mit Taf. I.)	
	10. Ein Beitrag zur Kenntniss der Krystallisation des Cyanit	1
	11. Ueber eine sternförmige Zwillingstafel von ged. Silber	
II.	*W. C. Röntgen*, über eine Methode zur Erzeugung von Isothermen auf Krystallen. (Mit Taf. II.)	17
III.	*Th. Liebisch*, zur analytisch-geometrischen Behandlung der Krystallographie. (Mit 3 Holzschnitten.)	25
IV.	*W. Fresenius*, über den Phillipsit und seine Beziehungen zum Harmotom und Desmin. (Mit 3 Holzschnitten.)	42
V.	*C. Haushofer*, krystallographische Untersuchung einiger organischer Verbindungen. (Mit 7 Holzschnitten.)	73
VI.	*Correspondenzen, Notizen und Auszüge.*	
	1. *J. W. Mallet*, über die chemische Zusammensetzung des Guanajuatit (Selenwismuthglanz) von Guanajuato in Mexiko	78
	2. *Ders.*, Barcenit, ein neues Antimonat von Huitzuco in Mexiko	78
	3. *J. Purnell*, Jonit, ein neuer fossiler Kohlenwasserstoff	79
	4. *Lawr. Smith*, über den Daubréelith	79
	5. *G. Seligmann*, über russische Topase und über Enstatit von Snarum	80
	6. *H. Bücking*, mikroskopische Untersuchung des Türkis aus dem Columbus-District, Nevada	81
	7. *H. Fischer*, die Mineralogie als Hilfswissenschaft für Archäologie, Ethnographie u. s. w., mit specieller Berücksichtigung mexikanischer Skulpturen	82
	8. *J. J. Pohl*, eine einfache und sichere Unterscheidungsweise der echten Türkise und deren Nachahmungen	86
	9. *M. Bauer*, Beitr. zur Kenntniss der krystallogr. Verhältnisse des Cyanits	87
	10. *J. Krejči*, zur Theorie der Zwillingskrystalle	90
	11. *E. Selling*, über die binären und ternären quadratischen Formen	90
	12. *P. Trippke*, Beiträge zur Kenntniss der schlesischen Basalte und ihrer Mineralien. (Mit 1 Holzschnitt.)	93
	13. *A. Weisbach*, über die Silberkiese	95
	14. *A. Streng*, über den Silberkies von Andreasberg	96
	15. *A. von Könen*, Phakolith und Faujasit vom Stempel bei Marburg	97
	16. *V. Hansel*, Rutile von Modriach	97
	17. *E. Weiss*, Schlagfigur des Bleiglanz und Aetzfiguren am Gyps	97
	18. *Muck*, Pandermit, ein neues wasserhaltiges Kalkborat	98
	19. *G. vom Rath*, künstlicher Augit	98
	20. *Ders.*, rosarother Anorthit vom Monzoni	98
	21. *Ders.*, Quarz von Kremnitz	99
	22. *E. Goldsmith*, Lavendulan von Chile	99
	23. *V. von Zepharovich*, mineralogische Notizen	100
	24. *C. Rammelsberg*, über Nephelin, Monagit und Silberwismuthglanz	101
	25. *Ders.*, über die Zusammensetzung des Aeschynit und Samarskit	101

Digitized by Google

Seite

26. *C. Rammelsberg*, über den Kalkeisengranat von Sysserak 102
27. *E. Reusch*, Krystallform der Paraoxybenzoësäure. (Mit 1 Holzschn.) 103
28. *Ditscheiner*, Krystallform des Phlorobromin 103
29. *Ders.*, Krystallform des Pentabromaceton. (Mit 1 Holzschnitt.) . 103
30. *A. Des Cloizeaux*, über Adamin. 104
31. *E. Bertrand*, Leadhillit von Matlock 105
32. *F. Pisani*, neues Instrument zur Bestimmung des specifischen Gewichts 105
33. *Tanret* und *Villiers*, über Inosit 105
34. *J. Garnier*, über den Garnierit 106
35. *St. Meunier*, künstliche Bildung des Brochantit 106
36. *G. A. König*, Enstatit von Georgia 106
37. *Ders.*, Protovermiculit, ein neues Mineral 107
38. *Ders.*, Strengit von Rockbridge Co, Va.. 108
39. *H. How*, über den Nickelgehalt amerikanischer Pyrrhotite und Arsenkiese 108
40. *J. B. Hannay*, einige neue Mineralien aus der Universitätssammlung in Glasgow 109
41. *Ders.*, Bowlingit, ein neues Mineral. 110
42. *A. Julien*, Analyse des Aglait. 110
43. *H. H. Gunn*, über russischen Phosphorit 111
44. *J. H. Collins*, Duporthit, ein neues asbestähnliches Mineral . . . 111
45. *A. H. Church*, Notiz über Uranocircit. 112
46. *A. Liversidge*, Ueber die Bildung von Moosgold und Silber . . . 112

Heft II. (Geschlossen am 20. December 1878.)

VII. *H. Baumhauer*, Beitrag zur Kenntniss der Glimmer, insbesondere des Zinnwaldits. (Mit Taf. III.) 113
VIII. *G. Tschermak*, die Glimmergruppe, II. Theil 122
IX. *P. Friedländer*, krystallographische Untersuchung einiger organischer Verbindungen. (Mit 13 Holzschnitten.) 168
X. *Ders.*, über die isomorphe Vertretung von Kupfer und Baryum. (Mit 1 Holzschnitt.) 180
XI. *K. Vrba*, Berichtigung der Analyse des Frieseit 186
XII. *Correspondenzen, Notizen und Auszüge.*
1. Sitzung der krystallographischen Gesellschaft zu London vom 24. Nov. 1878. 191
2. *N. Engström*, chemische Untersuchung einiger, seltene Erden enthaltender Mineralien (Orthit, Vasit, Erdmannit, Tritomit, Arrhenit). 191
3. *A. E. Nordenskiöld*, mineralogische Mittheilungen (Cleveit, Yttrogummit) 201
4. *H. Sjögren*, über einige Wismuthmineralien von Nordmarks Gruben in Wermland (Wismuth, Bjelkit, Galenobismutit) 203
5. *Ders.*, ein baryt- und manganhaltiger Kalkspath von Longban . 204
6. *A. Sjögren*, mineralogische Notizen (Vorkommen von Manganmineralien in Nordmarken) 204
7. *J. Waller*, Analyse des Demantoid (Kalkeisengranat) vom Ural . 205
8. *G. Lindström*, Analysen von einigen bei Ställdalen 28. Juni 1876 gefallenen Meteoriten 206
9. *V. von Zepharovich*, die Krystallformen der β-Bibrompropionsäure, des Kupfer- und des Baryumpropionates. (Mit 3 Holzschnitten.) 206
10. *P. Friedländer*, krystallographisch-optische Untersuchung des propionsauren Baryt 211
11. *A. Fitz*, über ein Doppelsalz von propionsaurem und essigsaurem Baryt. (Mit 1 Holzschnitt.) 212
12. *P. Friedländer*, Krystallform des Arsenjodür. 214
13. *Ders.*, über ein Doppelsalz von Kalium- und Silbernitrat. (Mit 1 Holzschnitt.) 215

Digitized by Google

Seite

14. *A. Arzruni*, Krystallform des salzsauren Metaxylidin. (Mit 3 Holzschnitten.) 216
15. *A. Michel-Lévy*, über die Schwingungsrichtungen zweiaxiger Krystallplatten und deren Abhängigkeit von der Richtung der Platten. (Mit Taf. IV.) 217
16. *J. Thoulet*, über die ebenen Winkel, welche bei Pyroxen, Amphibol, Orthoklas und den triklinen Feldspäthen die Spaltungsrichtungen auf den Ebenen der wichtigsten Zonen mit einander einschliessen 231
17. *G. Uzielli*, Studien über theoretische Krystallographie. 231
18. *M. Bauer*, über das Krystallsystem und die Hauptbrechungs-Coëfficienten des Kaliglimmers 237
19. *W. M. Hutchings*, Chrysocoll von Californien 240

Heft III. (Geschlossen am 30. Januar 1879.)

XIII. *M. Websky*, über die Lichtreflexe schmaler Krystallflächen. (Mit Taf. V.) 241
XIV. *A. Brezina*, optische Studien I. (Mit Taf. VI, Fig. 1 und 2.) 259
XV. *Ders.*, über den Autunit. (Mit Taf. VI, Fig. 3—8.) 273
XVI. *E. Kalkowsky*, über Krystallsystem und Zwillingsbildung des Tenorites. (Mit Taf. VI, Fig. 9 und 10.) 279
XVII. *A. von Lasaulx*, mineralogische Notizen. (Mit Taf. VII, Fig. 1—6.)
1. Szabóit von Biancavilla am Etna 288
2. Szabóit von Riveau grand im Mont Dore 293
3. Eisenglanz von Biancavilla 294
XVIII. *Correspondenzen, Notizen und Auszüge.*
1. *Th. Hjortdahl*, einige Salze der Piperidinbasen. (Mit 6 Holzschnitten.) 299
2. *Ders.*, über Bleibromid und Quecksilberbromid. (Mit 1 Holzschnitt.) 302
3. *Ders.*, selensaures und schwefelsaures Chinin. (Mit 1 Holzschnitt.) 302
4. *V. von Zepharovich*, Krystallform der Camphocarbonsäure. (Mit 2 Holzschnitten.) 304
5. *A. Koch*, neue Mineralien aus dem Andesit des Aranyer Berges in Siebenbürgen. (Mit Taf. VII, Fig. 7—9.) 306
6. *H. C. Sorby*, neue optische Eigenschaften doppelt brechender Krystalle 309
Ders., einfache Methode, die Brechungsindices dünner Blättchen durchsichtiger Mineralien zu bestimmen 309
Ders., Bestimmung von Mineralien in Gesteinsdünnschliffen vermittelst ihrer Brechungsindices 309
Ders., verbesserte Methoden zur optischen Untersuchung der Mineralien 309
G. G. Stokes, über die Brennpunkte der Linien, welche durch eine doppeltbrechende Krystallplatte unter dem Mikroskope betrachtet werden. (Mit 1 Holzschnitt.) 309
7. *J. von Schröckinger*, Posepnyt, ein neues Harz aus Californien. 320
8. *Ders.*, Fluorit, als neues Mineralvorkommen in dem Quecksilberbergwerke zu Idria 321
9. *J. Gamper*, Lazulith von Krieglach 321
10. *Ders.*, Studien über Labradorite von Kiew 321
11. *Ders.*, Anorthit vom Monzoni 322
12. *C. Weltz*, Nachrichten aus dem nördlichen Chile 322
13. *A. Stelzner*, die nutzbaren Mineralien der argentinischen Republik 323
14. *A. von Groddeck*, über das Vorkommen von Gold-, Kupfer- und Bleierzen in der Provinz Rio Grande do Sul in Brasilien. . 324
15. *F. Blanchard*, über ein Vorkommen von Zinn in der Campiglia 325
16. *A. Cossa*, über eine Methode, Didym und Erbium in Mineralien und Gesteinen nachzuweisen 325

Digitized by Google

Seite

17. *A. Des Cloizeaux* und *Damour*, über die Krystallform, die optischen Eigenschaften und die chemische Zusammensetzung des Homilit 325
18. *G. Capellini*, über den Prehnit der Livornesischen Berge . . . 327
19. *A. E. Nordenskjöld*, Thaumasit, ein neues Mineral 327
20. *P. Guyot*, zwei Vorkommnisse von Calciumphosphat in den Vogesen 328
21. *L. Smith*, über das meteorische Mineral Daubréelith 328
22. *J. E. Reynolds*, die chemische Zusammensetzung des Liëvrit von Elba 328
23. *Ders.*, ein neues Borat, Franklandit 329
24. *J. W. Mallet*, Mineralanalysen 229
25. *L. Matthiessen*, eine neue Messungsmethode der Constanten optisch ein- und zweiaxiger Krystalle 330
26. *F. Heddle*, Analysen schottischer Mineralien 330

Heft IV. (Geschlossen am 25. März 1879.)

XIX. *H. Baumhauer*, über den Boracit. (Mit Taf. VIII u. IX.) 337
XX. *A. Schrauf*, über Eggonit; mit Anhang: über die Form des Signals für Krystallmessungen. (Mit Taf. X, Fig. 1—2.) 352
XXI. *A. Brezina*, Herrengrundit, ein neues basisches Kupfersulfat. (Mit Taf. X, Fig. 3—7.) 359
XXII. *C. Bodewig*, krystallographisch-optische Untersuchungen organischer Körper, II. Reihe. (Mit 57 Holzschnitten.) 381
XXIII. *J. Braun*, über Nickelspeise (Placodin). (Mit 1 Holzschn.) 421
XXIV. *Correspondenzen, Notizen und Auszüge.*
1. *W. I. Lewis*, Notiz über Rechnungsmethoden im rhomboëdrischen System 426
2. *A. Schmidt*, der Wolnyn von Muzsaj 428
3. *M. Tarassow*, über den Vesuvian der Nikolai-Maximilian-Grube im Ural 428
4. *E. Bechi*, über den Hofmannit 429
5. *A. Issel*, Aragonit und ein Zeolith aus den ligurischen Kupfergängen 430
6. *A. Cossa*, über den Serpentin von Verrayes im Val d'Aosta . . 430
7. *H. Dufet*, über die Aenderung der Brechungsexponenten in isomorphen Mischungen 431
8. *Lecoq de Boisbaudran*, über ein von Hrn. Lettsom entdecktes neues Mineral 432
9. *P. Hautefeuille*, über die Krystallisation der Kieselsäure auf trocknem Wege 432
10. *F. Pisani*, über Lettsomit und über den Hypersthen und Labrador aus dem Hypersthenit vom Aveyron 433
11. *Gaudin*, über den Bau einiger Mineralien 434
12. *R. Panebianco*, über die Dimorphie des Acetotoluidin 435
13. *S. Barilari*, monosymmetrischer Schwefel aus einer alkoholischen Lösung von Schwefelammonium 435
14. *S. N. Kulibin*, ein neuer russischer Euklaskrystall 435
15. *P. von Jeremejew*, über einige neue Formen an Platin- und Iridiumkrystallen 436
16. *Ders.*, Korund aus dem Ural 438
17. *Ders.*, Krystalle des Ferromangansilicium und des künstlichen Rhodonit (Pajsbergit) 438
18. *Ders.*, Beryll aus dem südlichen Ural 439
19. *N. v. Kokscharow*, Messungen an Krystallen des grönländischen Eudialyt 439
20. *J. Joubert*, die Circularpolarisation des Quarzes bei verschiedenen Temperaturen 440
21. *St. Meunier*, künstliche Bildung des Melanochroit 441

Digitized by Google

Seite

22. *F. Fouqué* und *Michel-Lévy*, künstliche Darstellung der Feldspathe 441
23. *P. de Rionville*, über grosse Epsomitkrystalle 442
24. *St. Meunier*, künstlicher Orthoklas 442
25. *F. Fouqué* und *Michel-Lévy*, Erwiderung 443
26. *M. Delafontaine*, über den Sipylit 443
27. *L. Gruner*, künstlicher Diopsid 443
28 *F. Fouqué* und *Michel-Lévy*, künstliche Darstellung von Nephelin und Leucit 444
29. *M. A. Gaudin*, Harmotom und Stilbit 444
30. *A. Damour*, über den Vietinghofit 445
31. *P. von Jeremejew*, über einige neue Formen des Ilmenorutil . 445
32. *A. Cossa*, über die Verbreitung der Cermetalle 447

Heft V u. VI (Doppelheft). (Geschlossen am 10. Mai 1879.)

XXV. *A. Bertin*, über die idiocyclophanischen Krystalle. (Mit 9 Holzschn.) 449

XXVI. *W. C. Brögger*, Untersuchungen norwegischer Mineralien, II. (Mit Taf. XI, XII und XIII.)
4. Zoisit (Thulit) von Souland 471
5. Ueber die Krystallform des Kjerulfin 474
6. Natrolith von Arö (?) 478
7. Ueber Aeschynit von Hitterö, nebst einigen Bemerkungen über die Krystallform des Euxenit und des Polykras . . . 481

XXVII. *Ders.*, Atakamit von Chili. (Mit Taf. XI, Fig. 1—3).

XXVIII. *Ders.*, zwei Hüttenerzeugnisse. (Mit Taf. XI, Fig. 4—8.)
1. Krystalle einer Legirung von Blei und Silber, von Kongsberg 492
2. Krystalle einer Schwefelverbindung von Kupfer und Eisen, von Rörås 495

XXIX. *G. Tschermak* und *L. Sipöcz*, die Clintonitgruppe. (Mit Taf. XIV.) 496

XXX. *A. Arzruni*, über den Coquimbit 516

XXXI. *H. Laspeyres*, mineralogische Bemerkungen, V. Theil.
10. Die chemischen Untersuchungen der Epidotgruppe. (Mit 1 Holzschnitt) 525

XXXII. *J. Brush* und *E. S. Dana*, über eine neue merkwürdige Mineralfundstätte in Fairfield Co., Connecticut, und Beschreibung der dort vorkommenden neuen Mineralien, II. Theil. (Mit 2 Holzschnitten.) 577

XXXIII. *H. Baumhauer*, über künstliche Kalkspath-Zwillinge nach $-\frac{1}{2}R$. (Mit 2 Holzschnitten.) 589

XXXIV. *Correspondenzen, Notizen und Auszüge.*
1. *H. Fischer*, Mittheilung einiger Nephritanalysen 592
2. *S. L. Penfield*, über die chemische Zusammensetzung des Triphylin 594
3. *F. D. Adams*, über den Chlorgehalt der Skapolithe 595
4. *G. A. König*, Randit, ein neues Mineral 596
5. *E. Goldsmith*, Stibianit, ein neues Mineral 596
6. *J. Willcox*, Notiz über Korund 597
7. *W. T. Röpper*, über eine Pseudomorphose nach Anorthit von Franklin Fournace, New Jersey 597
8. *G. W. Hayes*, Zusammenvorkommen von Augit und Hornblende 597
9. *Clarence King*, über Thinolith 598
10. *E. Claassen*, Kakoxen vom Lake Superior 598
11. *S. Newberry*, Mineralwachs (Ozokerit?) von Utah 598
12. *Henry Wurtz*, Huntilith, ein neues Mineral 599
13. *Ders.*, über ein neues Mineral, Animikit 600
14. *V. von Zepharovich*, Enargit vom Matzenköpfl bei Brixlegg . 600
15. *K. Haushofer*, Orthoklaszwillinge von Fichtelberg. (Hierzu Taf. XV, Fig. 1—2.) 601

Digitized by Google

Seite

16. *Ders.*, Oligoklas von Dürrmorsbach 602
17. *Ders.*, Krystallform des Paranitrohydrophenylpropionsäure-Aethylesters. (Mit 2 Holzschnitten.) 604
18. *Ders.*, krystallographische Untersuchung einiger unterphosphorsaurer Salze. (Mit 7 Holzschnitten.) 605
19. *W. Fresenius*, krystallographisch-optische Untersuchung einiger unterphosphorsaurer Salze. (Mit 5 Holzschnitten.). 608
20. *J. Braun*, Nachtrag zum Plakodin 611
21. *J. R. Mc. D. Irby*, über die Krystallformen des Kalkspathes. (Hierzu Taf. XV, Fig. 3—5.) 612
22. *A. Sadebeck*, über die Krystallisation des Markasits und seine regelmässigen Verwachsungen mit Eisenkies. (Hierzu Taf. XV, Fig. 6—11.). 626
23. *H. Baker*, krystallographische Untersuchung einiger Thionate 629
24. *Pichard*, die alkalischen Eigenschaften der Magnesium-Carbonate und Silikate 631
25. *Q. Sella*, über Didymwolframiat 631
26. *K. von Chrustschoff*, Einiges über den Cerro del Mercado bei Durango in Mexiko 632
27. *E. Mallard*, Bravaisit, ein neues Mineral 634
28. *A. Des Cloizeaux*, über einige neue Mineralien und Mineralvorkommen 635
29. *E. Jannetaz*, Apparat zur Messung der Wärmeleitungsfähigkeit 637
30. *Damour*, über den Freyalith 637
31. *A. Cornu*, über eine mögliche Fehlerquelle bei goniometrischen Messungen 638
32. *A. Michel-Lévy*, Mineralien aus den Sanden des Mesvrin bei Autun 638
33. *Ders.*, Skapolith von Bamle 639
34. *T. Fouqué*, Hypersthen aus dem Bimsstein von Santorin . . 639
35. *E. Jannetaz*, Hydrargillit und Gibbsit von Französ. Guyana . 639
36. *Beret*, Turmalingranit von Orvault 640
37. *A. Des Cloizeaux* und *Damour*, Cabrerit von Laurium . . . 640
38. *W. P. Blake*, Vorkommen des Zinnobers in Californien und Nevada 641
39. *Damour*, Zinkspinell von Brasilien 641
40. *E. Bertrand*, Andalusit von Brasilien und Rubin von Siam . 641
41. *Ders.*, Methode zur Messung mikroskopischer Krystalle . . 612
42. *F. Pisani*, Wagnerit von Bamle in Norwegen 644
43. *E. Bertrand*, über die Büschelerscheinung bei einaxigen Krystallen 645
44. *A. Cornu*, über die Büschel pleochroitischer Krystalle 646
45. *E. Mallard*, über die Büschel pleochroitischer Krystalle . . 646
46. *C. Rammelsberg*, die Zusammensetzung der Lithionglimmer . 649
47. *G. Tschermak*, die Formeln der Lithionglimmer 649

Autorenregister 651
Sachregister 655

Digitized by Google

I. Mineralogische Mittheilungen.

(Neue Folge.)

Von

G. vom Rath in Bonn.

(Hierzu Tafel I.)

10. Ein Beitrag zur Kenntniss der Krystallisation des Cyanit.*)

Unsere Kenntniss von der Krystallform des Cyanit war bisher eine nur sehr unvollständige, da die bis jetzt beobachteten Krystalle keine Zuspitzungsflächen darboten, auf Grund welcher das Verhältniss der Verticalaxe zu den in der Basis liegenden Axen hätte bestimmt werden können. Auf Grund der Untersuchung eines sehr kleinen von zahlreichen glänzenden Zuspitzungsflächen begrenzten Krystalls vom Greinerberg in Tyrol (aus der früher Krantz'schen Sammlung) ist es mir vergönnt, die angedeutete Lücke in unserer Kenntniss des merkwürdigen Minerals auszufüllen. Eine fernere Bereicherung erwuchs aus der Durchmusterung loser Krystalle vom Monte Campione bei Chironico im Tessin (vor 15 Jahren von mir dortselbst erworben), indem ich an ihnen feine eingeschaltete Lamellen wahrnahm, welche sich als eine beim Cyanit bis jetzt unbekannte Zwillingsverwachsung enthüllten.

Unsere krystallographische Kenntniss des Cyanit beruht auf den von Phillips ausgeführten Messungen, deren Werthe in allen bisherigen Darstellungen unverändert sich wiederfinden. Diese Messungen stimmen unter sich nicht zum besten überein, wie man aus der von Des Cloizeaux im Manuel de Minéralogie gegebenen Winkeltabelle ersieht, welche Abweichungen von 0° 25′, 0° 41′, ja sogar von mehr als 1° zwischen den berech-

*) Diese Abhandlung war bereits vor dem Erscheinen der Arbeit von M. Bauer, über welche der Verf. (G. v. R.) am Schluss dieses Heftes berichten wird, an die Redaction eingegangen, konnte aber wegen Mangel an Platz nicht mehr in den II. Bd. aufgenommen werden. P. G.

Digitized by Google

neten und den gemessenen Werthen aufweist. Einige sehr wichtige Bemerkungen über den Cyanit verdanken wir G. Rose in seinem »Krystallochemischen Mineralsystem« (1852) S. 78, 79. Derselbe macht zunächst darauf aufmerksam, dass unter Annahme dreier Messungen von Phillips (nämlich $m : t = 72^0\,45'$. $p : m = 79^0\,10'$. $p : t = 86^0\,45'$; — m und t sind verticale, durch Spaltbarkeit ausgezeichnete Flächen, p ist Basis) sich der ebene Winkel auf der meist ausgedehnteren Fläche m, welchen die Kanten $p : m$ und $t : m$ bilden, annähernd zu einem Rechten, nämlich zu $90^0\,15'$, berechnet. »Ich lasse es dahingestellt,« fügt G. Rose hinzu, »ob die ebenen Winkel auf m in der That rechte sind und habe die Krystalle einstweilen noch ein- und eingliedrig genommen.« Rose beobachtete ferner ausser dem von Mohs bereits richtig definirten Zwillingsgesetze »Drehungsaxe die Normale zu m« noch ein zweites, häufiger vorkommendes, bei welchem die Kante $p : m$ als Drehungsaxe fungirt. In demselben Jahre, wie Rose's »Mineralsystem«, erschien die von Brooke und Miller gänzlich umgearbeitete »Mineralogy« von Phillips, in welchem zunächst zwei Zwillingsgesetze bestimmt werden: 1) »Twin-face m« (das bereits durch Mohs definirte Gesetz). 2) »Twin-axis the axis of the zone mt.« Die Verfasser fügen dann hinzu: »Es finden sich auch Krystalle, welche mit der Fläche m in der Weise verbunden sind, dass die Flächen p sowie die Axen der Zonen mt beider Individuen parallel sind und die Flächen t einen einspringenden Winkel bilden.« Diese Gruppirung entspricht genau dem von G. Rose richtig bezeichneten Gesetze: »Zwillingsaxe parallel der Kante $p : m$«. — Des Cloizeaux unterscheidet in seinem Manuel klar und bestimmt jene drei Verwachsungen, welche das Gemeinsame haben, dass m Verbindungsebene ist. Indem er von den Phillips'schen Messungen ausgeht, anerkennt er nicht den von G. Rose fragweise hervorgehobenen rechten ebenen Winkel auf m. Des Cloizeaux betont demnach ausdrücklich, dass bei zweien der von ihm aufgeführten Zwillingsverwachsungen die Flächen m sich mit nicht parallelen Kanten (also inkongruent) berühren, vielmehr entweder die Kanten $p : m$ oder $t : m$ einen Winkel von $0^0\,30'$ mit einander bilden (d. h. den doppelten Werth der Abweichung vom rechten Winkel, welche für den ebenen Winkel auf m aus den Phillips'schen Messungen folgt). Da indess — wie ich alsbald nachweisen werde — der ebene Winkel auf m als ein rechter zu betrachten ist (jedenfalls eine etwaige Abweichung nicht nachweisbar ist), so ergibt sich, dass bei sämmtlichen Verwachsungen in Rede sowohl die Kanten $t : m$ als auch $p : m$ beider Zwillingsindividuen entweder vollkommen parallel sind oder wenigstens in einem nicht nachweisbaren Grade divergiren. Ueber das optische Verhalten des Cyanit verdanken wir Herrn Des Cloizeaux treffliche Beobachtungen (vgl. auch Rosenbusch »Mikroskopische Physiographie« S. 345—348), von deren Ergebnissen hier nur hervorgehoben werden

Digitized by Google

möge, dass die eine Bissectrix fast genau senkrecht zur Fläche *m* steht und dass demgemäss diejenigen Zwillinge, deren Zwillingsaxe die Normale in *m* ist (Zwillingsebene *m*) auf optischem Wege von einfachen Krystallen nicht zu unterscheiden sind.

Der kleine Krystall vom Greiner, aufgewachsen in einem drusenähnlichen Raume eines aus Cyanit, Granat und Quarz bestehenden Aggregats, besitzt eine Länge von 2 mm bei einer grössten Breite von $^1/_2$ mm und einer Dicke von etwas weniger als $^1/_4$ mm. Die Figg. 1, 1a stellen den Krystall in schiefer und grader Projektion in etwa 90facher Vergrösserung dar. Da in der konventionellen Stellung die zahlreichen Scheitelflächen infolge allzustarker Verkürzung der deutlichen Wahrnehmung sich würden entzogen haben, so wurde (s. Fig. 1) der Krystall in horizontaler Stellung gezeichnet. Die Axe der Zone $p : m$ ist parallel der Makroaxe rhombischer Krystalle, die Zonenaxe $m : t$ parallel der Brachyaxe. Die Entzifferung und Messung eines so ausserordentlich kleinen Krystalls, dessen Zuspitzungsflächen nur bei günstigem Reflexe noch als leuchtende Punkte erscheinen, war mit um so grösserer Schwierigkeit verbunden, da zugleich die Natur des Kryställchen, ob einfach, ob zwillingsverwachsen, und zwar, nach welchem der drei obigen Gesetze? entziffert werden musste. Gewisse merkwürdige Eigenthümlichkeiten des Cyanitsystems (die fast vollkommene Identität der Kanten $o : m'$ und $q : m$, sowie eine Annäherung der Winkel $v : m$ und $z : m$ unter einander sowie an 90°) erschwerten die Lösung der Frage sehr. Die anscheinend in ein und dasselbe Niveau fallenden Flächen *z* und *v* liessen mich anfangs glauben, die beiden Hälften des Krystalls gehörten einem Individuum an, dessen Theile nur durch eine sehr dünne eingeschaltete Zwillingslamelle getrennt seien. Es erforderte eine sehr eingehende Untersuchung und Erwägung, die wahre Sachlage aufzuklären. Bei der Kleinheit der, wenngleich sehr glänzenden Flächen, und der dadurch bedingten schwachen Reflexbilder mussten die Messungen, um überhaupt am Fernrohrgoniometer ausgeführt werden zu können, in einem verdunkelten Zimmer geschehen. Eine gewisse Ungenauigkeit der Messung resultirte hierbei daraus, dass das Fadenkreuz nicht zu erkennen war, oder im andern Fall der schwache Reflex erlosch, wenn die zerstreute Helligkeit erlaubte, die Fäden wahrzunehmen. Dies diene zur Erklärung der Differenzen zwischen den gemessenen und berechneten Werthen. Mit Rücksicht auf die angedeuteten Schwierigkeiten glaube ich die Fehlergrenzen der Fundamentalwinkel nicht enger als $\pm 5'$ bestimmen zu können. Ein einzelnes Individ unseres Zwillingskrystalls ist in Fig. 2 und 2a dargestellt und zwar in der gebräuchlichen Stellung, d. h. die Basis *p* nach vorne geneigt und die stumpfe Kante der beiden prismatischen Spaltungsrichtungen *m* und *t* vorne zur Rechten liegend. Die Flächen *m*, *t*, *e*, *i*, *k* und *p* waren bereits bekannt, alle andern sind neu.

Digitized by Google

Zunächst wurde die Untersuchung auf den ebenen Winkel gerichtet, welchen die Kanten $p : m$ und $i : m$ (resp. $e : m$) bilden. Zu diesem Zwecke wurden gemessen die Kanten $m' : p = 101^0\,0'$; $p : i' = 99^0\,4'$; $m' : i' = 34^0\,25'$. Aus diesen Werthen ergibt sich der ebene Winkel auf m', anliegend der Kante $i' = 90^0\,4'$. Dass diese Abweichung vom rechten Winkel innerhalb der Beobachtungsfehler liegt, wird durch die Thatsache bewiesen, dass andere kombinirte Messungen (Kanten $m' : x$; $x : i'$; $m' : i'$) jenen ebenen Winkel annähernd ebenso viel kleiner wie 90^0 ergaben, als die angeführten Messungen ihn grösser erscheinen liessen. In noch mehr unmittelbarer Weise wird diese Rechtwinkligkeit durch die Zonen bewiesen, in welche die Flächen beider Individuen unseres Zwillings fallen. In der That liegen die Flächen $m\ x\ p$, $\underline{x}\ \underline{m}$ in einer Zone, desgleichen die Flächen $m\ r$, $\underline{o}\ \underline{w}\ \underline{m}$. Da der Verbindung beider Individuen als Zwillingsaxe die Verticale (Kante $m : t$) zu Grunde liegt, so kann jene Tautozonalität nur bestehen, wenn der ebene Winkel auf m ein rechter ist. Unter Voraussetzung dieses Winkels (α; Winkel der Axen b und c) bedürfen wir zur Ermittlung des Cyanitsystems nicht fünf Messungen, wie bei andern triklinen Krystallen, sondern nur vier. Als die am meisten Vertrauen erweckenden Messungen wurden die folgenden, wenngleich sie für die Rechnung ziemlich unbequem waren, der Ermittlung der Axenelemente zu Grunde gelegt:

$m' : i' = 34^0\,25'$; $\quad m' : x = 58^0\,2'$; $\quad x : r = 29^0\,34'$;
$i' : r = 42^0\,40'$.

Nachdem wir die Fläche m zum Makropinakoid (100), i zur Prismenfläche (110), x zum Hemidoma ($\bar{1}01$), r zur Tetartopyramide ($\bar{1}\bar{1}1$) gemacht, nimmt die Rechnung folgenden Weg. Aus $m' : i'$, $m' : x$ sowie dem rechten ebenen Winkel auf m ergibt sich zunächst die Kante $x : i'$. Ferner wird der ebene Winkel, mit welchem r dem körperlichen Eck $x\,r\,i'$ anliegt, aus den drei Kanten $x : r$, $r : i'$ und $x : i'$ berechnet. Dieser ebene Winkel ist das Supplement desjenigen, mit welchem r dem körperlichen Eck $x\ r\ p$ anliegt und dessen wir zur Berechnung der Basis, p, bedürfen. Es folgt nun die Ermittlung des ebenen Winkels auf x, anliegend dem Eck $x\ r\ m'$, wodurch wir in den Stand gesetzt sind, die Kanten $x : p$ und $r : p$ zu berechnen und die Lage der Basis zu m' und i' zu bestimmen. Die Rechnung geht nun zum Brachypinakoid (t) über, welches leicht zu bestimmen ist auf Grund der Zonen $m : i : t$ und $x : r : t$, worauf man unschwer die noch fehlenden Axenelemente berechnet.

$$a : b : c = 0.9164 : 1 : 0.70996.$$
$$\alpha = 90^0\,0'; \quad \beta = 100^0\,48\tfrac{1}{2}'; \quad \gamma = 106^0\,23\tfrac{1}{4}'.$$
$$A = 86^0\,46\tfrac{1}{2}'; \quad B = 78^0\,43\tfrac{1}{2}'; \quad C = 73^0\,19\tfrac{1}{2}'.$$

α ist der von den Axen b und c eingeschlossene Winkel. A ist der

Digitized by Google

der Axe a anliegende körperliche Winkel u. s. w. Alle Winkel gelten für den rechten vordern obern Oktanten (s. Fig. 2.).

Die beobachteten und in den Figg. 1—4 gezeichneten Flächen erhalten folgende Symbole:

$m = \infty\breve{P}\infty$; (100)	$t = \infty\breve{P}\infty$; (010)	$p = 0P$; (001)
$i = \infty P'$; (110)	$k = \infty' P$; ($1\bar{1}0$)	$e = \infty\bar{P}'2$; (210)
$s = \infty'\breve{P}2$; ($1\bar{2}0$)	$x = ,\bar{P},\infty$; ($\bar{1}01$)	$l = \frac{1}{4},\bar{P},\infty$; ($\bar{3}04$)
$q = ,\breve{P}'\infty$; (011)	$v = '\bar{P},\infty$; ($0\bar{1}1$)	$f = 2'\bar{P},\infty$; ($0\bar{2}1$)
$o = ,P$; ($\bar{1}11$)	$r = P,$; ($\bar{1}\bar{1}1$)	$z = ,\breve{P}2$; ($\bar{1}22$)
$w = 2,\bar{P}2$; ($\bar{2}11$)	$u = 2,P$; ($\bar{2}21$)	$y = 2,\breve{P}2$; ($\bar{1}21$)

Sämmtliche hier aufgeführte Flächen, mit Ausnahme von f (welches an Krystallen vom Monte Campione bei Chironico nicht selten ist), wurden an dem kleinen Zwillingskrystall vom Greiner beobachtet. Einige Flächen (s, q, l) sind nur äusserst schmal oder punktähnlich. f erscheint oft herrschend am Cyanit des genannten Tessiner Fundorts, nur begleitet von p, doch beide Flächen matt und rauh. — Nur ein Theil der Flächen konnte am grossen Goniometer mit Hülfe des Fadenkreuzes gemessen werden; die übrigen erlaubten nur kontrolirende Messungen am kleinen Goniometer (bei denen als Lichtquelle eine nahe gerückte Lampe diente) oder allgemeine Reflexmessungen am grossen Goniometer.

	Berechnet:	Gemessen:		Berechnet:	Gemessen:
$m : p$	$= 78^0\ 43\frac{1}{2}'$	$79^0\ 0'—78^0\ 40'$	$p : q$	$= 34^0\ 53'$	
$m : t$	$= 73\ 19\frac{1}{2}$	$73\ 22$	$p : v$	$= 37\ 7$	
$m : e$	$= 20\ 53\frac{3}{4}$	$20\ 50$	$p : f$	$= 57\ 40\frac{3}{4}$	
$m : i$	$= 34\ 25$*		$p : z$	$= 36\ 53\frac{3}{4}$	
$m : k$	$= 49\ 18\frac{1}{2}$	$49\ 16$*)	$p : o$	$= 45\ 53\frac{3}{4}$	
$m : s$	$= 74\ 21$	$74\ 10$	$p : w$	$= 64\ 51\frac{1}{2}$	
$m' : x$	$= 58\ 2$*		$p : r$	$= 56\ 36\frac{3}{4}$	$56^0\ 25'$
$m' : l$	$= 82\ 14\frac{1}{2}$		$p : u$	$= 67\ 12$	
$m : q$	$= 71\ 25$		$p : y$	$= 57\ 23\frac{3}{4}$	
$m : z$	$= 90\ 0$	$89\ 55$	$p : e$	$= 79\ 28\frac{1}{2}$	
$m : v$	$= 89\ 20\frac{1}{2}$	$89\ 10—20$	$p : i$	$= 80\ 42\frac{3}{4}$	$81\ 14$
$m' : r$	$= 55\ 41\frac{1}{2}$	$55\ 42$	$p : t$	$= 86\ 46\frac{1}{2}$	$86\ 40$
$m' : w$	$= 44\ 48\frac{1}{2}$	$45\ 0—44\ 36$	$p : k$	$= 82\ 40\frac{1}{2}$	$82\ 42—34$
$m' : o$	$= 71\ 28$		$p : s$	$= 86\ 59$	
$m' : u$	$= 59\ 32$	$59\ 40$	$x : i'$	$= 64\ 6\frac{1}{4}$	$64\ 22$
$m' : y$	$= 83\ 29\frac{1}{2}$	$83\ 30$	$x : k'$	$= 69\ 48\frac{1}{2}$	$69\ 40$
$m : f$	$= 82\ 34$		$x : r$	$= 29\ 34$*	
$p : x$	$= 43\ 14\frac{1}{2}$		$x : t'$	$= 81\ 15\frac{1}{2}$	

*) Messung von Phillips. Meine Messung ergab den mit der Rechnung weniger übereinstimmenden Werth $48^0\ 45'$.

Digitized by Google

	Berechnet:	Gemessen:
$x : w$	$= 30^0\ 20'$	$30^0\ 28'$
$x : o$	$= 34\ 30$	
$x : y$	$= 56\ 57$	
$i' : r$	$= 42\ 40$	
$i : q$	$= 45\ 35\frac{1}{4}$	
$k : v$	$= 64\ 26\frac{1}{2}$	
$k' : w$	$= 39\ 28\frac{1}{2}$	$39\ 15$
$k' : u$	$= 30\ 7\frac{1}{2}$	$30\ 5$
$k' : o$	$= 51\ 26$	$51\ 20$
$t : q$	$= 51\ 53\frac{1}{2}$	
$t' : v$	$= 56\ 6\frac{1}{2}$	

	Berechnet:	Gemessen:
$t : o$	$= 64^0\ 14\frac{1}{2}'$	
$t' : r$	$= 51\ 44\frac{1}{2}$	
$t' : l$	$= 87\ 46$	
$o : u$	$= 21\ 18\frac{1}{3}$	$21^0\ 16'$
$o : y$	$= 22\ 27$	$22\ 20$
$u : y$	$= 23\ 57\frac{1}{2}$	$23\ 54$
$v : r$	$= 34\ 58$	$34\ 40$
$p : \underline{p}$	$= 22\ 33$	
$q : \underline{v}$	$= 19\ 14\frac{1}{3}$	
$z : \underline{v}$	$= 0\ 39\frac{1}{2}$	

Es könnte auffallen, dass die Vorderseite des Cyanit relativ flächenarm ist im Vergleich zur Hinterseite. Es ist dies indess die nothwendige Folge der Zwillingsverwachsung, gemäss welcher die Individuen ihre Vorderseiten einander zuwenden.

Das Cyanitsystem bietet offenbar ein nicht geringes theoretisches Interesse dar, — vor allem wegen des rechten Winkels zwischen den Axen b und c. Unter den triklinen Mineralien ist bisher nur ein einziges Beispiel ähnlicher Art bekannt, der Andesin, eine intermediäre Plagioklasspezies. Auch bei dem Andesin wird die Rechtwinkligkeit durch eine Zwillingsbildung bewiesen (vgl. Poggendorff's Annalen **138**, 464 und **144**, 225). Während beim Cyanit der Winkel α gleich 90^0, kommt beim Andesin dieser Werth dem Axenwinkel γ zu. Dem rhombischen Schnitt der Basis beim Andesin entspricht der makrodiagonale Schnitt des Cyanit. Unser Interesse an der Krystallisation des Cyanit wird erhöht, wenn wir die in der Zone $m : q : z : o$ liegenden Kantenwinkel betrachten. $m : z$ beträgt nämlich genau 90^0 und $m : q$ ist fast genau gleich $m' : o$. Desgleichen ist auch $m : v$ sehr nahe 90^0. Die Flächen v und z fallen an unserm Krystall zufolge der Zwillingsbildung ungefähr in ein gleiches Niveau. Dieser Umstand liess mich längere Zeit glauben, es handle sich hier nur um eine äusserst dünne eingeschaltete Zwillingslamelle, zu deren beiden Seiten die Krystallhälften eine identische Stellung besässen. — Wie wir im Feldspathsystem die orthogonale Kante $P : M$, obgleich sie nicht von homologen Flächen gebildet wird, fast grade abgestumpft finden durch n $(2\breve{P}\infty)$, so bildet auch w beim Cyanit eine ungefähr gleichkantige Abstumpfung zwischen m' und z (Fig. 2). Diese unerwarteten Thatsachen drängen unwillkürlich zur Untersuchung der Frage, ob der Cyanit nicht auf ein mehr symmetrisches Axensystem bezogen werden könnte, wobei allerdings nur die geometrische Form, nicht aber die physikalischen Eigenschaften Berücksichtigung finden. Wenn gleich die heutige Krystallographie auf Fragen dieser Art, welche wesentlich nur auf gewisse Winkelverhältnisse

Digitized by Google

sich gründen, nicht mehr denselben Werth legen kann, wie es zur Zeit von Chr. S. Weiss geschah, so schien die angedeutete Untersuchung für den Cyanit dennoch ein näheres Studium zu verdienen.

Wir erkennen sogleich, dass die Flächen *o* und *q* (wenn wir ihre Neigung zu *m* als identisch ansehen und von der sehr geringen Abweichung 0° 3′ abstrahiren), sowie *z* und *m* nebst dem rechten ebenen Winkel in letzterer Fläche den Elementen eines rhombischen Systems entsprechen. Geben wir nun der Fläche *z* die Bedeutung eines Makrodoma, ferner sei *m* Brachypinakoid, *q* und *o* zwei zur brachydiagonalen Kante zusammenstossende Kanten einer rhombischen Pyramide, so lassen sich sämmtliche Flächen unter Zulassung gewisser nicht sehr erheblicher Winkelkorrektionen als Glieder eines rhombischen Krystallsystems betrachten. Wir erhalten nun folgende rhombische Symbole:

$m = \infty\breve{P}\infty$; (010). $i = \infty\breve{P}\frac{3}{2}$; ($2\bar{1}0$). $s = \infty\bar{P}2$; (210). $q = P$; ($1\bar{1}1$). $o = P$; (111). $w = 3\breve{P}3$; (131). $t = \infty\bar{P}2$; ($2\bar{1}0$). $k = \infty\breve{P}\frac{3}{2}$; (230). $x = \frac{3}{2}\breve{P}\infty$; (032). $v = \bar{P}\infty$; ($\bar{1}01$). $r = 2\breve{P}2$; ($\bar{1}21$). $u = \frac{5}{2}\breve{P}\frac{5}{4}$; (452). $p = \frac{1}{2}\breve{P}\infty$; ($0\bar{1}2$). $e = \infty\breve{P}\frac{2}{3}$; ($2\bar{3}0$). $l = \frac{1}{3}\breve{P}\infty$; (013). $f = 2\bar{P}4$; ($\bar{1}12$). $z = \bar{P}\infty$; ($10\bar{1}$). $y = 2\bar{P}4$; ($4\bar{1}2$).

Zum bessern Verständniss habe ich neben Fig. 7, einer Linearprojektion der Flächen auf *p* als Basis, in Fig. 8 das Cyanitsystem in rhombischer Stellung projicirt auf eine horizontale Ebene. Um beurtheilen zu können, bis zu welchem Grade das Cyanitsystem in geometrischer Hinsicht sich rhombischen Axenelementen fügt, berechnen wir einige Winkel auf Grund folgender Daten: $q : m = o : m = 71° 26\frac{1}{2}'$. Neigung von *z* resp. der Zonenaxe $m : q : z : o : w$ zur Verticalaxe $= 54° 37\frac{1}{2}'$. Daraus ergeben sich die rhombischen Axen $a : b : c = 0.57997 : 1 : 0.44178$. Die in Klammern stehenden Werthe sind zum Vergleiche aus obiger Tabelle wiederholt:

$m : p$	$= 78° 23'$	(78° 43½)	$m' : o$	$= 71° 26\frac{1}{2}'$	(71° 28′)
$m : t$	$= 73\ 49\frac{3}{4}$	(73 19½)	$m : u$	$= 59\ 20\frac{1}{2}$	(59 32)
$m : e$	$= 20\ 58$	(20 53¾)	$m : w$	$= 44\ 48$	(44 48⅓)
$m : i$	$= 34\ 35\frac{2}{3}$	(34 25)	$p : v$	$= 36\ 59\frac{3}{4}$	(37 7)
$m : k$	$= 48\ 58\frac{2}{3}$	(49 18½)	$p : k$	$= 82\ 24\frac{1}{4}$	(82 40½)
$m' : x$	$= 58\ 17\frac{2}{3}$	(58 2)	$x : i'$	$= 63\ 35\frac{1}{3}$	(64 6¼)
$m' : l$	$= 82\ 11$	(82 14½)	$x : k'$	$= 69\ 13\frac{3}{4}$	(69 48½)
$m : q$	$= 71\ 26\frac{1}{2}$	(71 25)	$x : o$	$= 34\ 25\frac{1}{2}$	(34 30)
$m : z$	$= 90\ 0$	(90 0)	$x : r$	$= 29\ 40\frac{1}{4}$	(29 34)
$m : v$	$= 90\ 0$	(89 20½)	$i' : r$	$= 42\ 58$	(42 40).
$m : r$	$= 56\ 7\frac{1}{4}$	(55 41½)			

Aus dieser Annäherung an rhombische Elemente folgt, dass am Cyanit sowohl in der Zone $m : p$ als auch in der Verticalzone eine Fläche mit krystallonomischem Ausdruck vorkommen könnte, welche annähernd einen

Digitized by Google

rechten Winkel mit m bildet. Die Fläche aus der erstern Zone (entsprechend $oP(001)$ der rhombischen Axenelemente) würde sein $\frac{1}{4},\bar{P},\infty$. Ihre Neigung zu m berechnet sich $= 89^0\ 38\frac{1}{4}'$. Die zu m nahe rechtwinklige Fläche aus der Prismenzone (dem Makropinakoid bei rhombischer Auffassung entsprechend) ist $\infty'\breve{P}4$ $(1\bar{4}0)$. Ihre Kante mit m ergibt sich $= 89^0\ 26\frac{3}{4}'$. Man könnte der vorstehenden Betrachtung vielleicht den Vorwurf machen, dass sie auf gewisse vielleicht nur zufällige Kantenwerthe ein Gewicht lege, welches ihnen nicht zukomme. Indess wenn irgendwo wir uns gedrängt fühlen, nach gewissen Normen zu suchen, so ist es bei den triklinen Systemen. So viel dürfte erwiesen sein, dass dem Cyanit eine einzigartige Stellung unter den triklinen Mineralien eignet.

Wenden wir uns nun zum Studium der dem Cyanit parallel der Basis eingeschalteten Zwillingslamellen. Als ich an einem Krystall von Faido aus der Krantz'schen Sammlung die Spaltungsfläche t, welche schön und breit dargestellt war, genauer betrachtete, bemerkte ich feine Streifen, welche vollkommen das Ansehen von Zwillingslamellen besitzen (s. Figg. 3—5). Diese Lamellen fand ich an mehreren Krystallen wieder, wenngleich sie in dieser Deutlichkeit nicht gar häufig zu sein scheinen.*) Es sind hier indess, wie die Figg. 3, 5 und 6 andeuten, zweierlei Arten von Lamellen, welche meist zusammen auftreten, zu unterscheiden.

Die erste Art liegt parallel der Basis p und ihr Gesetz wird durch den Ausdruck »Zwillingsebene die Basis« bezeichnet. Der Beweis für die Richtigkeit ergab sich einerseits durch den Augenschein, andrerseits und in noch schärferer Weise durch Messung der ein- und ausspringenden Kanten, welche die schmalen Randflächen der Lamellen mit der Spaltungsfläche t bilden. Diese Winkel wurden nämlich genau übereinstimmend mit dem berechneten Werthe $6^0\ 27'$ gefunden. Da nämlich $p : t$ (wie oben angegeben wurde) $= 86^0\ 46\frac{1}{2}'$, so muss $t : \underline{t} = 6^0\ 27'$. Die durch die Lamellen in Rede auf der Fläche m gebildete Zwillingskante beträgt $22^0\ 33'$. Dieser Winkel konnte indess durch Messung nicht in gleich befriedigender Weise kontrolirt werden, da die Lamellen sich in der Ebene der Fläche m durch eine cylindrische Rundung begrenzen. Man erhält eine deutliche Vorstellung von diesen Zwillingslamellen parallel p, wenn man eine dünne Platte parallel der Basis aus einem Cyanitkrystall herausgeschnitten und 180^0 um eine zu ihr Normale gedreht denkt. Die obere Lamelle (I) der Fig. 6 gehört diesem Gesetze an. Diese Lamellen setzen zuweilen durch die ganze Dicke des Krystalls hindurch, zuweilen enden sie indess auch mitten im

*) Die Zwillingslamellen in Rede sind wohl zuerst von Prof. Groth wahrgenommen worden. Er erwähnt an den Cyanitprismen von Pregratten, »auf der Fläche der vollkommensten Spaltbarkeit [m] zahlreiche Zwillingslamellen parallel der Kante jener Fläche mit der Basis«. (S. die Mineraliensammlung der Kais.-Wilh.-Universität Strassburg; von P. Groth; S. 184.)

Digitized by Google

Krystall. Meist sind die Lamellen freilich von solcher Feinheit, dass eine sehr genaue Beobachtung nöthig ist, um sie in ihrem Verlaufe zu verfolgen. Wenn die Krystalle hinlänglich durchsichtig sind, so verrathen sich — besonders bei Lampenlicht — die Lamellen durch einen sehr lebhaften Lichtreflex, welcher hervortritt, wenn man auf die Ebene der Basis blickt. Jener Lichtglanz leuchtet entweder durch den ganzen Krystall oder endet plötzlich, entsprechend einer zur Kante $p : m$ parallelen Linie. Der ebene Winkel, unter welchem in der Fläche t diese Zwillingslinien gegen die verticale Kante geneigt sind, beträgt 79° 44½′ (es ist der Axenwinkel β). —

Nicht mit gleich befriedigender Sicherheit wie diese erste Art, gelang es, eine zweite Art von Lamellen (II in Fig. 6) zu entziffern, welche mit den Lamellen parallel p in einem eigenthümlichen Connex steht. An jenen Linien beginnend, in denen die Lamellen erster Art sich mit den Flächen m berühren (s. Figg. 3 u. 5), setzen die Lamellen zweiter Art ein, indem sie eine entgegengesetzte Neigung besitzen, doch gleichfalls in der Zone $m : p$ liegen. Entgegengesetzt ist auch die Lage der aus- und einspringenden Kanten, welche die Lamellen II mit der Fläche t (sowie mit allen andern verticalen Flächen) erzeugen. Während z. B. auf der vordern Fläche m (Fig. 6) bei der Lamelle I der einspringende Winkel oben liegt, befindet er sich bei II unten. Da die dem Beschauer zugekehrte Kante $t : m$ eine scharfe ist (sie würde durch die Fläche k, wenn diese vorhanden, abgestumpft werden), wird in der Fläche t die Lamelle I oben durch die ausspringende, II oben durch die einspringende Kante begrenzt. Auch überzeugt man sich leicht, dass die Lamellen oder Streifen zweiter Art eine geringere Neigung zur Horizontalebene besitzen und die durch ihre Ränder in den Verticalflächen erzeugten Niveaudifferenzen geringer sind, als es bei den Streifen erster Art der Fall ist. Es ist klar, dass die zweite Art von Lamellen ihre Entstehung einer Zwillingsbildung parallel einer makrodiagonalen Hemidomafläche verdankt, welche die scharfe Kante $p : m$ abstumpfen würde. Um die Zwillingsebene zu bestimmen, wurde die Zwillingskante auf t gemessen, was am Fernrohrgoniometer geschehen konnte, = 3° 35′. Berechnen wir nun für mehrere Flächenlagen, welche im Allgemeinen unsern Zwillingslamellen entsprechen, die auf t entstehende Zwillingskante, so ergibt sich:

Zwillingslamelle parallel:	Zwillingskante auf t:	Ebener Winkel in t zur Verticalen:
$\frac{1}{2}\bar{P},\infty$. $(\bar{7}02)$	6° 45⅔′	78° 30′
$\frac{2}{5}\bar{P},\infty$. $(\bar{2}05)$	4 19⅓	82 54
$\frac{3}{8}\bar{P},\infty$. $(\bar{3}08)$	3 44	84 4
$\frac{1}{3}\bar{P},\infty$. $(\bar{7}03)$	2 38	85 53

Es entspricht demnach eine Fläche $\frac{3}{8}\bar{P},\infty$, resp. eine parallel dieser Ebene eingeschaltete Zwillingslamelle, sehr nahe der gemessenen Zwillingskante, eine Uebereinstimmung, welche durch einen Vergleich des beobach-

Digitized by Google

teten und berechneten ebenen Winkels auf t bestätigt wird. Wo eine Lamelle erster mit einer solchen zweiter Art zusammenstösst, wie bei dem durch ein kleines Kreuz bezeichneten Punkt der Fig. 5, entsteht eine Zwillingskante von 10° 1½′. Dieselbe ist hier einspringend. Es ist nöthig, ausdrücklich zu versichern, dass auch diese Streifen zweiter Art wirklichen Lamellen entsprechen; und dass sie weder eine blosse Oberflächen-Erscheinung, noch blosse Spalten sind. Wenn Lamellen beider Art den ganzen Krystall durchsetzen, wie es sich bei Figg. 3 und 5 findet, so kann man mit Leichtigkeit ein keilförmiges Krystallstück herauslösen, dessen scharfe Kante 17° 31′ beträgt. Ohne Beachtung der Lamelle parallel ($\bar{3}08$), könnte man leicht versucht werden, dem Cyanit eine neue Spaltbarkeit parallel dieser Ebene zuzuschreiben.

Streifen resp. Lamellen parallel der Basis sah ich mehrere Male ohne solche der zweiten Art auftreten, niemals aber letztere ohne jene. Zuweilen stellt eine Tafel zweiter Art eine Verbindung zwischen zwei solchen der ersten Art her, wie es in den naturgetreu gezeichneten Figg. 3 und 5 der Fall ist. Die Entfernung der Lamellen parallel p von einander wird dann durch die Neigung der Ebene ($\bar{3}08$) bedingt. Gerne gestehe ich ein, dass diese zweite Art von eingeschalteten Lamellen, nicht allein wegen ihres wenig einfachen krystallonomischen Symbols, sondern vorzugsweise auch wegen ihres steten Verbundenseins mit den Lamellen parallel p, noch weiterer Erforschung bedarf. Es ist bisher etwas vollkommen Analoges von andern Mineralien nicht bekannt geworden. Suchen wir nichtsdestoweniger nach Erscheinungen, welche an die beim Cyanit beobachteten erinnern können, so gedenken wir zunächst jener stumpfen aus- oder einspringenden Kanten, welche bei einigen Krystallen an jenen Punkten ihren Ursprung nehmen, wo die Kante des einen Zwillingsindivids aus der Fläche des andern hervorspringt. In solchen Fällen handelt es sich indess — soviel bis jetzt bekannt — lediglich um eine Oberflächenerscheinung. Eine ferne Analogie bieten auch gewisse zum Theil mit krystalliner Substanz nachträglich ausgefüllte Spalten dar, welche in den Kalkspathkrystallen dort ihren Anfang nehmen, wo eine Zwillingslamelle endet, häufig auch eine Verbindung zwischen zwei parallelen Lamellen herstellen (vgl. G. Rose, »über die im Kalkspath vorkommenden hohlen Kanäle«. Abh. k. Ak. Wiss. Berlin, 1869 S. 60). Dort aber handelt es sich lediglich um einen Sprung, dessen Ausfüllungsmasse ein krystallonomisches Individ mit dem umschliessenden Kalkspath bildet. Eine grössere Analogie bieten allerdings gewisse polysynthetische Plagioklase dar. In der That tritt sofort eine unverkennbare Aehnlichkeit der Lamellen des Cyanit, wie sie auf t erscheinen, mit den Streifen hervor, welche auf dem Brachypinakoid (M) der Plagioklase häufig zu beobachten sind. Die unter einem spitzen Winkel sich berührenden zweifachen Streifen des Cyanit müssen namentlich an

Digitized by Google

solche Plagioklase erinnern, welche wie Albit und Labrador eine Combination zweier Zwillingsgesetze darbieten, von denen das eine die Basis zur Zwillingsebene, das andere die Makrodiagonale zur Zwillingsaxe nimmt (vgl. N. Jahrb. f. Min. 1876. Taf. XIII Figg. 11, 11a und 16, 16a). Indess die Aehnlichkeit mit dem Cyanit ist dennoch nur eine sehr unvollkommene. Denn, wenngleich zusammen vorkommend, ist doch bei den genannten Plagioklasen die eine Zwillingsverwachsung nicht in der Weise durch die andere bedingt, wie die Lamellen (308) durch die parallel der Basis beim Cyanit. Auch erzeugt das basische Zwillingsgesetz bei den Plagioklasen keine Streifen oder Lamellen, sondern zeigt sich nur in der Verbindung zweier Individuen.

Die Lamellen erster Art, welche vielfach auch ohne solche zweiter Art auftreten und schärfer ausgeprägt sind, wie diese letzteren, deren Zwillingskanten weit stumpfer sind, dringen oft nur sehr wenig in den Krystall ein, ja sie besitzen zuweilen eine linearische Gestalt.

Mit den Zwillingslamellen dürfen nicht identificirt werden jene beim ersten Anblick der Cyanitkrystalle sogleich in die Augen fallenden horizontalen Streifen auf der Fläche *m*. Es sind schmale dachähnliche Hervorragungen, anscheinend durch Knickungen der angrenzenden Flächenpartien gebildet. Zuweilen entsprechen diesen leistenähnlichen Hervorragungen Faserbündel, welche ihnen parallel im Innern des Krystalls, nahe der Oberfläche verlaufen. Die Leisten reichen nicht immer quer über die ganze Fläche *m*, häufig enden sie plötzlich inmitten der Fläche, wie man es namentlich an den breiten Cyanittafeln von Petschau bei Carlsbad sieht. Gewöhnlich entsprechen diesen leistenähnlichen Streifen keine Zwillingslamellen der oben beschriebenen Art. Doch glaube ich mit Bestimmtheit beobachtet zu haben, dass die basischen Zwillingslamellen, wo sie die Fläche *m* berühren, in welcher sie selbst nur als äusserst feine Striche erscheinen, angrenzende schmale Streifen der *m*-Fläche gleichsam emporheben und so die hervorspringenden Leisten erzeugen.

Die Mannichfaltigkeit der Zwillingsverwachsungen des Cyanit fordert zu einem Vergleiche mit den Zwillingsgesetzen der Plagioklase auf. Den drei Verbindungen des Cyanit mit parallelen Verticalaxen entsprechen in der That auch drei ähnliche Verwachsungen der Plagioklase, namentlich des Anorthit. Um die Analogie leichter zu erkennen, ist es zweckmässig, die Fläche *m* des Cyanit in die Lage der Fläche *M* (Brachypinakoid) der Plagioklase zu bringen. Es entspricht nun das erste, bereits von Mohs definirte Gesetz des Cyanit »Drehungsaxe die Normale zu *m*« der gewöhnlichen, bei allen Plagioklasen häufigsten Zwillingsverwachsung, deren Ausdruck ist: Drehungsaxe die Normale zum Brachypinakoid *M*. — Das zweite von G. Rose am Cyanit zuerst beobachtete Gesetz »Drehungsaxe die Kante *m* : *p*« hat gleichfalls unter den Plagioklas-Zwillingen und zwar beim Anorthit

Digitized by Google

sein Analogon; es wurde (s. Poggendorff's Ann. **147**, 36. Taf. II. Fig. 22) definirt: »Axe die im Brachypinakoid, *M*, liegende Normale zum Verticalen«. Während diese Verwachsung beim Cyanit sehr häufig, ist sie bei den Plagioklasen überaus selten; ja sie wurde nur an einem einzigen Anorthitkrystall beobachtet und ist dort auch einer andern Deutung fähig (s. a. a. O. S. 59—61). — Das dritte von Phillips-Miller zuerst unterschiedene Zwillingsgesetz »Zwillingsaxe die Axe der Zone *m* : *t*« findet sich nicht gar selten auch bei den Plagioklasen. Es lautet »Axe die Verticale oder Kante *T* : *l*« und wurde am Anorthit zuerst von Strüver beobachtet (s. a. a. O. S. 54). Die Analogie der drei bisher aufgeführten Verwachsungen wird noch dadurch erhöht, dass die Verbindungsebene stets die gleiche ist. — Das vierte Gesetz »Zwillingsebene die Basis« ist gleichfalls dem Cyanit mit den Plagioklasen gemeinsam, die Ausbildungsweise ist indess bei beiden eine wesentlich verschiedene, wie bereits oben angedeutet. Für die parallel einer Ebene ($\bar{3}08$) dem Cyanit eingeschalteten Lamellen ist bei den Plagioklasen keine zutreffende Analogie vorhanden.

Da durch das Studium der Aetzeindrücke ein weiterer Fortschritt in der Erkenntniss der Struktur des Cyanit erhofft werden konnte, so ersuchte ich Hrn. Dr. Baumhauer, welcher sich auf dem bezeichneten Gebiete so grosse Verdienste erworben hat, den Cyanit in Bezug auf etwaige Aetzeindrücke zu untersuchen. Leider war das Resultat ein negatives. Dr. Baumhauer hatte die Güte mir mitzutheilen: »Ich ätzte sowohl mit Flusssäure als auch mit geschmolzenem Kalihydrat, leider ohne Erfolg: es zeigten sich keinerlei deutliche Aetzeindrücke.« —

11. Ueber eine sternförmige Zwillingstafel von gediegen Silber.

Bei meiner Anwesenheit in Stuttgart (April d. J.) hatte Hr. Prof. Dr. Fraas die Güte, eine durch sternförmigen Bau ausgezeichnete, aus den Kongsberger Gruben stammende Silberplatte von so ungewöhnlicher Schönheit mir zu zeigen, wie ich Aehnliches bisher nicht gesehen. Ich erachte es demnach nicht als eine vergebliche Mühe, diese Silberplatte zu allgemeinerer Kenntniss der Fachgenossen zu bringen und ihren Aufbau aus Krystallelementen darzulegen. Schon auf den ersten Blick tritt die grosse Aehnlichkeit der in Rede stehenden Silberstufe mit der früher geschilderten Goldplatte von Vöröspatak (s. diese Zeitschr. **1**, 1) hervor, sodass die Verwandtschaft und Isomorphie beider Edelmetalle durch einen Vergleich der beiden dendritisch gebauten Platten besonders überzeugend zur Wahrnehmung gelangt.

Auch bei der Silberplatte (s. Fig. 11), deren grösste Länge 74, deren grösste Breite 38, bei einer Dicke von $\frac{1}{2}$ mm — Gewicht 10.615 Gr. — er-

Digitized by Google

folgt die Aggregation der Krystallelemente in der Richtung dreier sich unter 60° schneidender Linien. Um die Aehnlichkeit noch zu erhöhen, finden wir auch bei der Silbertafel gewisse centrale Rippen wieder, zu denen die Nebenrippen federförmig zusammenstossen. Sie liegen beim Silber im Niveau der Platte, während sie beim Gold merkbar hervorragen (1. Bd. Taf. I, Figg. 1, 1a). — Wie die allgemeine Gruppirung der Krystallelemente, so ist auch in beiden Platten die Richtung der Strahlen eine gleiche, nämlich parallel den Diagonalen der als Zwillingsebene fungirenden Oktaëderfläche, resp. normal zu den Seiten derselben Oktaëderfläche. Während nämlich die Elementarkrystalle des Goldes vom Oktaëder und Würfel als herrschenden Formen mit untergeordneten Flächen des Dodekaëder umschlossen sind, erscheint am Silber nur das Ikositetraëder $3O3$ (131), zu welchem eine einzige Oktaëderfläche — die nämlich, welche als Zwillingsfläche fungirt — hinzutritt.

Der Bau unserer Silberplatte wird leicht verständlich durch den Ikositetraëder-Zwilling Fig. 9, dessen Stellung so gewählt ist, dass die Zwillingsebene der brachydiagonalen Ebene des rhombischen Systems entspricht. Die zur Zwillingsebene abwechselnd ein- und ausspringend zusammenstossenden Flächen bilden Kanten von 20° 4′. Hätten wir es hier mit der Form $2O2$ (anstatt mit $3O3$) zu thun, so würden die betreffenden Flächen, ein scheinbar hexagonales Prisma bildend, in ein Niveau fallen. Die Krystallelemente der Zwillingstafel sind nun in ihrer Flächenumgrenzung in bemerkenswerther Weise unvollzählig. Es fehlen nämlich bei allen Krystallstrahlen, welche an dem kunstvollen Bau der Tafel theilnehmen, die in der Fig. 9 ohne Signatur gebliebenen Flächen. Nur an einigen, frei die Peripherie der Tafel überragenden Strahlen, welche an ihren Enden — nach Art gewisser Scepterkrystalle — symmetrisch ausgebildete Köpfe tragen, zeigt sich eine Vollzähligkeit im Auftreten der Flächen. An diesen sich aus der Platte frei ablösenden, wenngleich in paralleler Stellung verharrenden Elementen fehlt dann die der Zwillingsebene parallele Oktaëderfläche. Die Fig. 10 gibt demnach ein naturgetreues Bild der die Tafel in geschlossenem Gefüge konstituirenden Elemente. Dieselben dehnen sich zu langprismatischen Gestalten aus, welche die Figg. 11a und b (im Vergleiche mit Fig. 10 90° gedreht) darstellen. Die beiden zu einem Prisma ausgedehnten Ikositetraëderflächen, welche durch die Zwillingsebene (O) abgestumpft werden, würden sich über derselben unter dem Winkel 116° 53′ schneiden. Die stumpfe Kante dieses Prisma, mit welcher die Strahlen sich zusammenfügen, würde durch eine — beiden Individuen gemeinsame, zur Zwillingsebene normale — Dodekaëderfläche, wenn sie vorhanden wäre, abgestumpft werden. Statt derselben sind indess hier gewöhnlich kastenförmige Vertiefungen, resp. Rinnen vorhanden, wie sie in ganz ähnlicher Weise auch bei der Goldplatte wahrgenommen wurden (s. a. a. O. S. 3).

Digitized by Google

In solche vertiefte Rinnen fügen sich dann die Seitenstrahlen hinein, meist mit zugespitzten Enden — durch zwei Flächen $3O3$ (s. Fig. 11, a und b) — den Mittelstrahl berührend. Die Skulptur der Tafel wird vorzugsweise durch jene strahlen- oder stabförmigen Gebilde bedingt; ausserdem treten — besonders auf der jenseitigen Ebene — flache dreiseitige Reliefformen, sehr niedrige stark durch die Oktaëderfläche abgestumpfte Pyramiden, hervor, gebildet durch drei zu einer hexaëdrischen Ecke zusammenstossende Ikositetraëderflächen $3O3$. Im Wesentlichen wird — wie kaum noch zu bemerken nöthig — jede Fläche der Platte durch ein einziges Individ gebildet, wie man dies sehr deutlich an dem gemeinsamen Reflex der zahllosen Krystallelemente, entsprechend den drei der Zwillingsfläche O anliegenden Flächen $3O3$ wahrnimmt. An einzelnen Stellen der Tafel, besonders an dem mit α bezeichneten Strahl zeigt sich eine Reihe jener flachen dreiseitigen Hervorragungen in einer um 180° gewendeten, also in Zwillingsstellung. Eine solche Wiederholung der auf der jenseitigen Plattenhälfte herrschenden krystallonomischen Stellung, resp. ein Hindurchbrechen der jenseitigen Krystallelemente haben wir auch bei der Goldtafel gefunden. Neben der grossen Aehnlichkeit im Bau beider Tafeln tritt doch als ein unterscheidendes Merkmal des Silbergebildes eine weniger feine Gliederung hervor. Recht mannichfach ist die Tektonik der Kongsberger Silberstufen. Eine der vorigen ähnliche Aneinanderreihung der Krystallelemente zeigt auch — trotz sehr verschiedenem Aussehen — eine prachtvolle von Gangmasse freie Silberstufe (Gewicht 285 Gr.) der früher Krantz'schen Sammlung. Dieselbe bietet das Edelmetall in würfelförmigen Krystallen von zweifachem Typus dar: die einfachen Individuen sind normal ausgebildet, während die Zwillinge (an denen zwei Flächen wegen der Aufwachsung nicht zur Ausbildung gelangten) sich als rhombische Oktaëder darstellen, welche durch parallele Reihung der Elementarkrystalle das Ansehen sehr spitzer Formen erhalten. Jene scheinbar rhombischen Pyramiden, welche stets nur vier Flächen als Umgrenzung zeigen, messen in den beiderlei Polkanten 90° und 70° 32′. Zu jener Kante begegnen sich die Würfelflächen ein- und desselben Individs, während der letztere Werth der Zwillingskante angehört. Die Aneinanderreihung der Zwillingselemente geschieht hier gleichfalls parallel einer Diagonale der als Zwillingsebene fungirenden Oktaëderfläche.

Eine dreistrahlige Gruppirung der Krystallelemente in einer Ebene kommt zuweilen auch bei einfachen Gebilden des Silbers vor. Eine ungewöhnlich zierliche baumförmige Silberstufe von Freiberg zeigt würfelförmige Elemente, welche sämmtlich parallel stehen und zwar mit einer trigonalen Axe normal zur Ebene, in welcher das dendritische Wachsthum erfolgt. Diese Ebene entspricht also wie bei der oben beschriebenen Silberplatte, einer Oktaëderfläche. Die strahlenförmige Aneinanderreihung

Digitized by Google

geschieht parallel den drei Diagonalen dieser Oktaëderfläche. Eine Tektonik parallel den oktaëdrischen Axen findet sich am ausgezeichnetsten bei einer ungemein schönen Silberstufe von Guanaxuato. Unzählige kleine Oktaëder ($\frac{1}{2}$ mm gross) bilden gleichsam Axenskelette, deren Interstitien mit Kalkspath erfüllt sind.

Allbekannt sind die verzerrten, scheinbar spitzen quadratischen Oktaëdern gleichenden Gestalten des Bleiglanz aus dem Stolberger Revier. Die Richtung der unsymmetrischen Ausdehnung entspricht auch hier einer oktaëdrischen Axe. Ganz ähnliche spitze Formen kommen auch bei einfachen Silberkrystallen von Kongsberg vor. Die horizontal gestreiften Flächen dieser spitzen bis 30 mm langen, nur 2 bis 3 mm dicken Pyramiden werden durch eine Oscillation von Oktaëder- und Dodekaëderflächen gebildet, während die Kanten schmal aber glänzend durch stets sich repetirende Würfelflächen abgestumpft werden. — Ueber die Tektonik des Silbers machte Prof. Sadebeck Mittheilungen in der Ges. naturf. Freunde zu Berlin, s. Sitz.-Ber. v. 16. April 1878; eine ausführliche Darlegung werden wir von ihm bald erwarten dürfen.

Anmerkung zu No. 8 dieser Mitth. »über ungewöhnliche und anomale Flächen am Granat aus dem Pfitschthal.« Herr Des Cloizeaux hatte die Güte, das Resultat seiner wiederholten optischen Untersuchung kleiner anomaler Granatkrystalle von Pfitsch mit folgenden Worten mitzutheilen. »Die eine von mir gefertigte, fast mikroskopisch kleine Platte ist entschieden einfach brechend, die andere ist durchsetzt von doppeltbrechenden Lamellen, welche regelmässig angeordnet sind und deren Auslöschungsrichtung einen Winkel von etwa 30° mit der kurzen Diagonale der betreffenden Dodekaëderfläche bildet, parallel welcher meine kleine und sehr dünne Platte geschliffen ist. Es macht sich auch eine Neigung in jener Dodekaëderfläche bemerkbar, sich parallel den Diagonalen in vier Sektoren zu theilen, doch bei Weitem nicht so regelmässig und deutlich, wie es sich beim Topazolith zeigt. Diese Erscheinung, welche sich bei einer grossen Zahl von Granaten wiederfindet, scheint mir indess in keiner Beziehung zu den anomalen Flächen der Pfitscher Krystalle zu stehen.« Auch Hr. Dr. Baumhauer hatte die freundschaftliche Güte, einige der kleinen Pfitscher Granate seinen Aetzversuchen zu unterwerfen. »Ich ätzte dieselben — so schreibt Dr. B. — mit wässriger Flusssäure. Was ich daran beobachten konnte, lässt mich für wahrscheinlich halten, dass wir es hier mit wirklichen Abnormitäten, nicht aber mit Zwillingsbildung zu thun haben. Die ungewöhnlichen Flächen sowohl wie die Streifen halte ich für verwandte oder gar wesentlich identische Wirkungen einer gestörten Krystallisation. Damit ist natürlich keine volle Erklärung gegeben, aber ich möchte betonen, dass die Erscheinungen an den betreffenden Krystallen z. B. mit ähnlichen am Leucit Nichts gemein haben und dass ihnen die eigentliche (in der Substanz begründete) Gesetzmässigkeit abgeht. Für diese Auffassung spricht auch der Umstand, dass die Flächen mit ungewöhnlichen Indices [fast] bei jedem Krystall andere sind.« Dass die anomalen Flächen nicht auf das Pfitscher Vorkommen beschränkt sind, ersah ich aus einer gütigen Zusendung des Hrn. Prof. v. Lasaulx (welcher sich gleichfalls mit der optischen Untersuchung der Granate beschäftigt hat, — s. N. Jahrb. f. Min. 1876 S. 630). Derselbe sammelte am Gotteshausberg bei Friedberg in Oesterreich.-Schlesien eine Granatdruse, deren Krystalle bis 30 mm Grösse erreichen. Diese Krystalle zeigen in Combination mit den Flächen des Dodekaëder verschiedene

Digitized by Google

untergeordnete Flächen, welche in hohem Grade an die anomalen Flächen des Pfitscher Vorkommens erinnern. Dichtgedrängte Streifen, welche in Beziehung zur Anwachsstreifung zu stehen scheinen, bedecken die ganze Oberfläche des Krystalls.

Erklärung der Tafel I.

Figg. 1, 1a. Cyanitzwilling (Zwillingsaxe die Verticale) in schiefer und grader Projektion. In Fig. 1 ist der Krystall, um die Verkürzung der Endflächen zu vermeiden, in einer nahe horizontalen Stellung gezeichnet; vom Greiner in Tyrol.

Fig. 2, 2a. Ein einzelnes Individ des Zwillings Fig. 1.

Fig. 3. Cyanit mit zwei parallel der Basis *p* eingeschalteten Zwillingslamellen, sowie einer dritten parallel der Fläche ($\bar{3}08$), vom Monte Campione bei Chironico.

Fig. 4. Ein ähnlicher Krystall.

Fig. 5, ebenso, mit glänzender Spaltungsfläche *t*, auf welcher man den zickzackförmigen Verlauf der beiden Arten von Lamellen, parallel (001) und ($\bar{3}08$) sieht.

Fig. 6 zeigt in vergrössertem Maassstab die Lage der beiden Arten von Lamellen.

Fig. 7. Linearprojektion auf die basische Fläche.

Fig. 8. Linearprojektion auf die Horizontalebene.

Fig. 9. Ikositetraëder-Zwilling (3 *O* 3).

Fig. 10. Ein Krystallelement der Silberplatte, entsprechend und in derselben Stellung wie Fig. 9.

Fig. 11. Silberplatte von Kongsberg; die Strahlen, aus denen die Zwillingsplatte sich zusammenfügt, entsprechen einer Diagonale der als Zwillingsebene fungirenden Oktaëderfläche.

Fig. 11 a und b. Einzelne Strahlen der Silberplatte, in gleicher Stellung, in welcher sie sich zur Platte verbinden.

Digitized by Google

II. Ueber eine Methode zur Erzeugung von Isothermen auf Krystallen

von

W. C. Röntgen in Strassburg i. E.

(Hierzu Tafel II.)

Vor einigen Jahren habe ich in Pogg. Ann. **151** eine Methode beschrieben, welche die Verschiedenheit des Wärmeleitungsvermögens der Krystalle in verschiedenen Richtungen zu beobachten gestattet. Ich glaubte das Verfahren damals veröffentlichen zu dürfen, weil dasselbe in Vergleich zu dem bekannten, sinnreichen de Sénarmont'schen einige nicht unwesentliche Vorzüge besitzt und namentlich praktisch verwerthbarer als das letztere ist.

In letzterer Zeit wurden von verschiedenen Seiten gegen die Brauchbarkeit meiner Methode Bedenken erhoben; es wurde hauptsächlich bezweifelt, dass die Figuren die zu einer exacten Messung nöthige Schärfe besässen und dass dieselben sich auf Krystallen von verschiedener Beschaffenheit in gleicher Güte herstellen liessen. Wären nun diese Bedenken in der That begründet, so wäre meine Methode vollkommen werthlos und unbrauchbar, und ihre Veröffentlichung durchaus unstatthaft gewesen. Ich bin aber in der angenehmen Lage mittheilen zu können, dass das lautgewordene Misstrauen durchaus ungerechtfertigt ist, und dass die Schuld des Misslingens angestellter Versuche nur insoweit der Methode zuzuschreiben ist, als dieselbe allerdings einige durch Versuche erlangte Uebung und genaue Befolgung von gewissen, schon früher angegebenen Vorsichtsmaassregeln Seitens des Experimentators voraussetzt.

Selbstverständlich war mir viel daran gelegen, Mittel und Wege zu finden, um die Richtigkeit dieser Behauptung durch sichere, allgemein zugängliche Belege zu erhärten. Eine blosse Mittheilung von Zahlen, welche die Resultate von Messungen der Axen von Wärmeleitungsfiguren darstellen, schien mir zu diesem Zweck nicht recht genügend; es musste ausser-

Digitized by Google

dem noch eine möglichst getreue Abbildung einiger dieser Figuren geliefert werden. Ich liess desshalb unter meiner Aufsicht von einigen Figuren photographische Aufnahmen machen, bei denen jede Nachhülfe oder Retouche vermieden wurde*); dieselben fielen befriedigend aus, wenn auch eingestanden werden muss, dass wahrscheinlich durch die Uebertragung der Bilder auf photographisches Papier die Schärfe derselben, insbesondere derjenigen, welche in natürlicher Grösse aufgenommen wurden, eingebüsst hat. Durch die Bereitwilligkeit der Redaktion dieser Zeitschrift ist mir die sehr willkommene Gelegenheit geboten, diese Photographien einem grösseren Kreis von Fachleuten vorzulegen und das Verfahren nochmals in etwas mehr ausführlicher Weise zu besprechen. In Bezug auf Literaturangaben verweise ich auf die citirte Abhandlung.

Um auf irgend einer Krystallfläche eine Wärmeleitungsfigur zu erzeugen, behauche ich die vorher gut polirte und gereinigte Fläche und berühre dieselbe darauf während kurzer Zeit mit einer heissen Metallspitze. Die dem Krystall von der Spitze mitgetheilte Wärme pflanzt sich in demselben fort und erwärmt denselben; die Hauchschicht wird dadurch um die Spitze herum zuerst verdunsten, und zwar, wie der Versuch zeigt, in einer äusserst scharf begrenzten, kreisrunden oder ellipsenähnlichen Figur, je nachdem der Krystall in allen in der Fläche liegenden Richtungen die Wärme gleich oder verschieden gut leitet. Diese fortwährend grösser werdende Figur lässt sich nun bei einer passenden Grösse fixiren, indem nach Entfernung der Spitze die Fläche rasch mit Lycopodium bestreut wird; dasselbe bleibt nämlich nach einem vorsichtigen Klopfen des mit der bestreuten Fläche abwärts gekehrten Krystalls an den mit Hauch bedeckten Stellen fest haften und fällt von den Stellen, wo der Hauch verdunstet war, vollständig ab. Die sehr scharf markirte Grenze dieser von Lycopodium freien Fläche bezeichnet alsdann die gewünschte Isotherme.

Man wird zugeben müssen, dass dieses Verfahren sich jedenfalls durch Einfachheit von dem de Sénarmont'schen unterscheidet; dass dasselbe auch ebenso genaue und sogar genauere Resultate als das letztere liefert, werde ich nachzuweisen haben. Bevor ich jedoch dazu übergehe, möchte ich das angegebene Verfahren noch etwas näher besprechen und gewissermaassen auf eine schwache Seite desselben aufmerksam machen. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass die verschiedenen Krystallsorten, je nach ihrer physikalischen Beschaffenheit, eine etwas andere Behandlungsweise erfordern, wenn man immer scharfe, zur Messung verwendbare Figuren

*) Die photographische Aufnahme geschah in der Mikrophotographischen Anstalt des Herrn J. Grimm in Offenburg.

Digitized by Google

erhalten will, dass m. a. W. das oben in allgemeinen Zügen skizzirte Verfahren dem Charakter eines jeden Krystalls gewissermaassen angepasst werden muss. Würde man z. B. bei einem Kupfervitriolkrystall eine ebenso heisse Spitze anwenden wie bei einem Quarzkrystall, so erhielte man ohne Zweifel keine günstigen Resultate. Es ist somit unbedingt nothwendig, dass man sich bei jedem neuen Körper zuerst durch Vorversuche über derartige Verhältnisse orientirt.

Ich würde es nun für durchaus unzweckmässig halten, wenn ich versuchte, für sämmtliche von mir untersuchte Krystallsorten ein genaues Recept zu geben; denn die kleinen Vortheile, welche man bei einer im Uebrigen so einfachen Manipulation bald auffindet, sind meistens subjectiver Natur. Da überdiess hauptsächlich zwei Eigenschaften, nämlich die Wasserhaltigkeit und Polirbarkeit eine wesentliche Modification des Verfahrens bedingen, so wird es genügen, wenn ich im Folgenden für drei Krystallsorten, Quarz, Gyps und Kupfervitriol das Verfahren ausführlich beschreibe.

Quarz. Bei allen zu untersuchenden Krystallen muss auf das Präpariren der Fläche, auf welcher die Wärmeleitungsfigur erzeugt werden soll, grosse Aufmerksamkeit verwendet werden, dieselbe muss nämlich möglichst glatt und vollkommen sauber sein. Oefters sind nun solche glatte, natürliche oder auch gut polirte, angeschliffene Flächen schon vorhanden; dieselben können alsdann, wenn sie noch dazu die geforderte krystallographische Stellung haben, ohne weiteres benutzt werden. Im anderen Fall muss die Fläche angeschliffen werden. Da nun bei harten Krystallen das Poliren sehr zeitraubend ist, so habe ich diese Operation durch folgende viel einfachere und ebenso zweckentsprechende ersetzt. Nachdem ein möglichst feinkörniger, ebener Schliff hergestellt ist, erwärme ich den Krystall und begiesse die etwas schräg gehaltene Fläche mit einigen Tropfen einer sehr schwachen Lösung von weissem Schellack in absolutem Alkohol. Die an der Fläche adhärirende Lösung verdunstet sehr rasch und lässt einen festen, sehr dünnen und glatten Ueberzug von Schellack zurück, welcher nun eine künstliche, aber für den vorliegenden Zweck vollständig passende Oberfläche bildet. Es ist noch zu erwähnen, dass die Lösung, ohne ins Sieden zu gerathen, möglichst rasch verdunsten muss, damit keine kleberige Schicht zurück bleibt.

Zur Reinigung der natürlichen oder polirten Flächen an Quarzkrystallen tauche man dieselben während einiger Zeit in concentrirte Schwefelsäure, spüle dieselben darauf in einem kräftigen Wasserstrahl ab, und trockene mittelst Leinwand oder Fliesspapier. Das Putzen mit Alkohol oder Aether ist entschieden unzweckmässig. Die künstlichen Schellackoberflächen brauchen nicht gereinigt zu werden; nur benutze man den Krystall möglichst bald nach der Herstellung dieser Oberfläche.

Digitized by Google

Um nun auf dieser so vorbereiteten Fläche die Figur zu erzeugen, verfahre ich folgendermaassen: Der Krystall wird vor dem an einem Tisch sitzenden Experimentator so aufgestellt, dass letzterer die betreffende horizontal gestellte Fläche bequem im reflectirten Tages- oder Lampenlicht beobachten kann. Derselbe nimmt mittelst einer Zange einen in einem Bunsen'schen Brenner oder einer Gebläselampe bis zum Glühen erhitzten ungefähr $2\frac{1}{2}-3$ mm dicken und unter einem Winkel von nahezu 50—60° zugespitzten Kupferdraht in die rechte Hand und behaucht den Krystall. Darauf setzt er die Spitze senkrecht auf die Fläche, wartet bis die Figur die nöthige Grösse hat und bestreut nach Entfernung der Spitze den Krystall mit Lycopodium aus einer in der linken Hand gehaltenen Flasche. Soll die Lycopodiumfigur scharf ausfallen, so muss der Hauch in äusserst kleinen Tröpfchen sich niederschlagen, wodurch die behauchte Fläche das Aussehen erhält, als ob dieselbe äusserst fein geschliffen wäre. Das Entstehen dieses charakteristischen Niederschlages ist durch die vorhergehende Behandlung der Fläche bedingt. Das Bestreuen mit Lycopodium muss aus einer weithalsigen, vollständig offenen, nicht etwa aus einer mit einem Sieb bedeckten Flasche geschehen, damit das Pulver rasch in grösserer Menge die Fläche bedeckt. Endlich sei noch bemerkt, dass die Figuren desto besser werden, je rascher man verfährt; die ganze soeben beschriebene Operation, Behauchen, Erwärmen, Bestreuen, darf im Ganzen nur etwa 3 Secunden in Anspruch nehmen.

Der Krystall wird nun mit der nach unten gekehrten, bestreuten Fläche in die Hand genommen, und durch einen kurzen mit einem kleinen Holzstück geführten Schlag von dem überflüssigen Lycopodium befreit. Mit Hülfe einer Loupe betrachtet man darauf die Figur und entscheidet sich darüber, ob dieselbe die zu einer Messung der Axen nöthige Schärfe besitzt oder nicht. Stellt es sich heraus, dass die Contouren verwaschen und zackig aussehen, so wird der Versuch wiederholt, indem mit einer Reinigung der Fläche angefangen wird. Im anderen Fall kann zur beabsichtigten Messung geschritten werden.

Diese Messung nimmt man am Besten mit einem Längencomparator oder einer Theilmaschine vor; da unser Auge für kleine Abweichungen von der Kreisgestalt sehr empfindlich ist und mit grosser Sicherheit die Richtung der grossen oder kleinen Axe einer ellipsenähnlichen Figur angeben kann, so ist es leicht den Krystall derartig unter dem Mikroskop eines dieser Apparate zu befestigen, dass die eine oder die andere Richtung parallel der Verschiebungsrichtung des Mikroskops, resp. parallel dem Maassstabe zu liegen kommt. Die eigentliche Messung geschieht alsdann, indem man die zwei Stellungen des Mikroskops notirt, bei welchen der Faden im Ocular einmal die eine Seite, das andere Mal die gegenüberliegende Seite der elliptischen Figur scheinbar tangirt. Das Mikroskop darf nicht zu stark

Digitized by Google

vergrössern, man muss einen grösseren Theil der Ellipse übersehen können, um mit Sicherheit die besprochene Einstellung machen zu können.

Die folgende Tabelle giebt die Resultate von 22 Versuchen mit zwei 17 mm im Quadrat haltenden Quarzplatten, welche parallel zur krystallographischen Hauptaxe geschliffen waren; 3 Versuche waren zu einer Messung unbrauchbar, da die Figuren nicht genügende Schärfe besassen.

Grosse Axe:	Kleine Axe:	Axenverhältniss:
2,090	1,580	1,323
2,180	1,630	1,337
2,693	2,050	1,313
2,785	2,100	1,326
3,100	2,360	1,314
3,155	2,424	1,301
3,236	2,483	1,303
3,316	2,520	1,316
3,378	2,565	1,317
3,416	2,621	1,303
3,801	2,912	1,305
4,618	3,529	1,308
4,650	3,620	1,285
4,755	3,680	1,292
4,965	3,860	1,287
5,430	4,260	1,274
5,580	4,340	1,286
5,610	4,380	1,281
5,650	4,340	1,302

Die Werthe sind in Mm. angegeben.

Die Tabelle zeigt eine auffällige Thatsache: das Axenverhältniss ist desto kleiner, je grösser die Figuren sind. Diese Erscheinung kann eine nothwendige Consequenz des Vorganges bei der Verbreitung der Wärme im Krystall sein, dieselbe ist aber auch möglicherweise einem secundären Einfluss, wie z. B. der Strahlung der heissen Spitze zuzuschreiben. Wenn man die letztere Annahme macht, so ist damit zugleich ein Tadel über die Methode ausgesprochen, denn dieselbe wäre alsdann mit einem kaum vermeidlichen Fehler behaftet; dabei ist aber wohl im Auge zu behalten, dass in diesem Fall derselbe Vorwurf auch die de Sénarmont'schen Methode ohne Zweifel in demselben Maasse trifft. Ich versuchte die Strahlung der Spitze auf ein Minimum zu reduciren, indem ich mir aus in Gyps eingelassenem Platindraht eine Spitze verfertigte, von der nur das äusserste Ende nicht mit Gyps bedeckt war und durch einen galvanischen Strom in lebhaftes Glühen versetzt wurde. Ich erhielt jedoch mit dieser Vorrichtung keine wesentlich anderen und entscheidenden Resultate, und kehrte der

Digitized by Google

Einfachheit wegen wieder zum früheren Verfahren zurück. Eine sichere Entscheidung zwischen den beiden angegebenen, möglichen Ursachen ist somit nicht beigebracht worden.

de Sénarmont hat für Quarz folgende Resultate gefunden:

Grosse Axe:	Kleine Axe:	Axenverhältniss:
9,75	7,50	1,30
10,00	7,50	1,33
11,60	8,50	1,35
12,00	9,00	1,33
12,50	9,75	1,28
13,75	10,00	1,38
15,00	12,00	1,25
18,00	14,00	1,29.

Die Zahlen beziehen sich ebenfalls auf Mm.

Vergleicht man nun die beiden Tabellen und berücksichtigt die bei meinen Versuchen zu Tage tretende gesetzmässige Aenderung des Axenverhältnisses mit der Grösse der Figuren, so gewinnt man die Ueberzeugung, dass bei meinem Verfahren die Abweichungen in den Werthen des Axenverhältnisses, welche von zufälligen Versuchsfehlern herrühren, verhältnissmässig klein sind; dass somit dieses Verfahren im Stande ist, exacte Resultate zu liefern. Es darf aber nicht unerwähnt bleiben, dass die Versuche de Sénarmont's mit Gyps entschieden besser übereinstimmende Werthe gegeben haben, als die mit Quarz und Kalkspath.

Gyps. Das Verfahren bei Gyps ist fast in allen Theilen genau dasselbe wie beim Quarz, nur habe ich bei diesem weichen Material bis jetzt immer anstatt polirter Flächen künstliche Schellackoberflächen benutzt und zwar mit vorzüglichem Erfolg.*) Die Tafel II bringt in der oberen Figur eine ungefähr 16fach vergrösserte photographische Abbildung einer solchen auf der Hauptspaltungsfläche des Gypses erzeugten ellipsenähnlichen Wärmeleitungsfigur; dieselbe ist von mittlerer Güte, aber noch immer zur Messung geeignet. Man wird sich leicht überzeugen, dass die Messung der Axen durch Bestimmung der Entfernung zweier in den Endpunkten einer Axe gelegenen Tangenten an der Ellipse mit grosser Sicherheit ausgeführt werden kann.

Der weisse Fleck in der Mitte ist in Folge der heissen Spitze durch Verwitterung entstanden.

Es mag noch von Interesse sein zu erwähnen, dass bei der abgebildeten Wärmeleitungsfigur das Lycopodium nachträglich besonders auf dem Krystall fixirt worden ist, damit die Figur haltbarer und zum längeren Auf-

*) Frische Spaltungsflächen lassen sich ohne Schellacküberzug nicht gut benutzen, weil der Hauch sich als cohärente, unstabile Flüssigkeitsschicht auf denselben condensirt.

Digitized by Google

bewahren geeigneter sei. Zu diesem Zweck bringe ich, nachdem die Isotherme in der angegebenen Weise hergestellt worden ist, eine Quantität absoluten Alkohol in einem kleinen Kölbchen zum Sieden und halte den Krystall mit der bestreuten Fläche nach unten gekehrt während sehr kurzer Zeit über den Hals des Kölbchens; von dem entwickelten Alkolholdampf condensirt sich nun eine genügende Menge, um die Schellackschicht oberflächlich aufzulösen. Die Lycopodiumkörner werden dann nach dem Verdunsten dieses Alkohols durch Schellack an dem Krystall festgekittet sein. Man hat nur dafür zu sorgen, dass nicht zuviel Alkoholdampf sich condensirt, weil sonst die Figur vollständig verwaschen wird.

Kupfervitriol. Wie ich schon in meiner früheren Abhandlung angegeben habe, muss bei Kupfervitriol wegen seines grossen Wassergehaltes das Verfahren etwas modificirt werden; dasselbe liefert aber alsdann Figuren, die sich durch besondere Schärfe und Schönheit auszeichnen. Das Reinigen und Poliren der Oberfläche geschieht, indem man die betreffende Fläche auf einer sehr feinkörnig mattgeschliffenen Glastafel mit wenig Wasser nur etwas anschleift, und darauf mit Seide aufpolirt. Die Metallspitze darf durchaus nicht so heiss sein wie beim Quarz, sonst schmilzt dieselbe ein tiefes Loch in den Krystall und erzeugt eine Menge von grösseren und kleineren Sprüngen; auch ist es mit Rücksicht auf diese Uebelstände empfehlenswerth, die heisse Spitze vor der Berührung mit dem Krystall mit einem Ueberzug von verwittertem Kupfervitriol zu versehen, was durch Betupfen irgend eines sonst nicht verwendbaren Stückes dieser Substanz leicht geschieht. Die so vorbereitete Spitze wird darauf senkrecht auf die nicht behauchte, horizontale Krystallfläche gesetzt; die nächste Folge wird sein, dass ein kleines Loch in den Krystall eingeschmolzen wird und dass das dadurch verdunstete Krystallwasser sich auf der Fläche condensirt. Die Spitze muss nun so lange auf dem Krystall bleiben, bis das sämmtliche condensirte Wasser wieder verdunstet ist, was öfters mehrere Sekunden beansprucht. Erst jetzt wird nach Wegnahme der Spitze die Fläche behaucht*), worauf, sobald die deutlich sichtbare Wärmeleitungsfigur die gewünschte Grösse hat (4 bis 7 mm), der Krystall aus einer bereit gehaltenen Flasche mit Lycopodium bestreut wird. Nach einem leisen Abklopfen tritt die Figur sofort scharf begrenzt als dunkelblaue ellipsenähnliche Fläche auf grauem Grund hervor.

Auf der unteren Figur der Tafel II ist in etwas verkleinertem Maassstabe eine Abbildung einer solchen Isotherme auf Kupfervitriol gegeben; leider gestattet die Photographie nicht, dass man wie beim Original mit der Loupe

*) Der Hauch schlägt sich auf stark wasserhaltigen Krystallen immer als cohärente Feuchtigkeitsschicht nieder, desshalb darf man beim Kupfervitriol die beim Quarz beschriebene, charakteristische Form des Niederschlags nicht erwarten.

Digitized by Google

die Schärfe derselben besser beobachten kann, indessen wird, wie ich hoffe, die Abbildung genügen, um sich von dieser Schärfe eine richtige Vorstellung zu machen.

Was nun die Vorzüge des beschriebenen Verfahrens anbetrifft, so liegen dieselben nach dem Obigen auf der Hand. Während nach de Sénarmont aus dem betreffenden Krystall immer genau planparallele Platten von nicht unbedeutenden Dimensionen geschnitten und darauf mühsam durchbohrt werden müssen, genügt bei meinem Verfahren das Vorhandensein einer Fläche von verhältnissmässig geringer Grösse. Liegt somit die Aufgabe vor, die Verbreitung der Wärme in Flächen von krystallographisch sehr verschiedener Stellung zu untersuchen, so muss man nach de Sénarmont ebenso viele Platten herstellen, als Stellungen gewählt sind: verfährt man dagegen, wie oben angegeben wurde, so wird man die betreffenden Flächen meistens an einem und demselben Krystallindividuum anschleifen, vorausgesetzt, dass dieselben nicht als natürliche Flächen schon vorhanden seien, in welchem Falle die Sache sich noch weit einfacher gestalten würde. —

Die Zahlen, welche ich unter »Quarz« angegeben habe, zeigen, dass Figuren, deren grösste Dimension ungefähr 2 mm beträgt, noch mit ziemlicher Genauigkeit das gesuchte Axenverhältniss liefern; daraus geht hervor, dass die Methode sehr geeignet ist, um auch bei verhältnissmässig kleinen Krystallindividuen den Grad der Verschiedenheit der Wärmeleitungsfähigkeit in verschiedenen Richtungen zu erkennen.

Ausserdem ist noch ein Vorzug zu erwähnen; bei den de Sénarmont'schen Versuchen bildet ein Wall von geschmolzenem Wachs die Isotherme; abgesehen nun davon, dass die Frage schwierig zu entscheiden ist, welche Punkte dieses ziemlich breiten Walles der Isotherme entsprechen, so ist der complicirte Vorgang der Schmelzung und Anhäufung des Wachses besonders bei dünnen Platten sehr wohl im Stande, die Temperaturvertheilung in der Platte durchaus anders zu gestalten, als in dem Falle, wo dieselbe mit keiner Wachsschicht bedeckt ist; m. a. W. es wird vorkommen können, dass die Wachsfigur kein getreues Bild von der gesuchten Isotherme ist. Eine solche Fehlerquelle ist nun jedenfalls nicht in dem Maasse vorhanden, wenn durch die dem Krystall zugeführte Wärme nur eine äusserst dünne Hauchschicht zum Verdunsten gebracht wird

Strassburg i. E. October 1878.

Digitized by Google

III. Zur analytisch-geometrischen Behandlung der Krystallographie.

Von

Th. Liebisch in Berlin.

(Zweite Fortsetzung von d. Zeitschr. Bd. II. S. 90.)

(Mit 3 Holzschnitten.)

10. Ueber die im Nachlass von C. Fr. Gauss enthaltenen krystallographischen Sätze.

Durch W. Sartorius von Waltershausen wurde bekannt, dass C. Fr. Gauss sich mit der Geometrie der Krystalle beschäftigt habe. Sartorius schreibt*): »In dem Jahre 1831 fasste Gauss plötzlich eine sehr grosse Vorliebe für Krystallographie, nachdem er sich in wenigen Wochen so des Gegenstandes bemeistert hatte, dass er alles weit hinter sich liess, was bis dahin über diese Wissenschaft bekannt war. Er mass die Krystalle mit einem 12zölligen Reichenbach'schen Theodolithen**), berechnete und zeichnete darauf ihre schwierigsten Formen. Seine Methode der Krystallbezeichnung war im Wesentlichen die, welche später von Miller in Cambridge bekannt gemacht ist: doch vermuthen wir, dass sich noch einige Probleme aus dieser Wissenschaft vorfinden werden, die das kleine aber klassische Werk des englischen Gelehrten noch vervollständigen dürften. Doch schon nach kurzer Zeit wurden alle Papiere, Beobachtungen, Rechnungen und Zeichnungen bei Seite gelegt, ohne dass auch nur das Geringste

*) W. Sartorius von Waltershausen, Gauss: zum Gedächtniss. Leipzig. 1856.

**) Nach Schering, Gauss Werke Bd. II. S. 344 sind im handschriftlichen Nachlass mehre von Gauss mit einem achtzölligen Reichenbach'schen Theodolithen ausgeführte Krystallmessungen aufgezeichnet. Die einzelnen Protokolle enthalten das jedesmalige Datum der Beobachtung, woraus zu ersehen ist, dass diese Untersuchung dem Monat Juli 1831 angehört.

Digitized by Google

zur öffentlichen Kenntniss gelangt wäre, und von Krystallographie war nie mehr die Rede.«

In der Ausgabe der Werke von C. Fr. Gauss, welche die kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen veranstaltet hat, befinden sich in dem Nachlass, und zwar in dem Abschnitt: Geometrische Seite der ternären Formen, auch einige krystallographische Sätze.*) Aus diesen, wie aus den Bemerkungen, welche Gauss in seiner Anzeige**) von L. A. Seeber's Untersuchungen über die positiven ternären quadratischen Formen gemacht hat, geht hervor, dass seine Aufmerksamkeit durch die Arbeiten von Seeber***) auf die Anwendungen, welche die wesentlich positiven ternären quadratischen Formen auf die Entwickelung der geometrischen Eigenschaften der Krystalle gestatten, gelenkt worden war. Seeber, ein Schüler von Gauss, hatte sich die Aufgabe gestellt, die Art, wie die festen Körper aus den kleinsten Theilen ihrer Materie gebildet sind, aus den Gesetzen der Mechanik zu erklären. Indem er eine Modification der bekannten Hypothese von Hauy über den parallelepipedischen Bau der Krystalle seiner Betrachtung zu Grunde legte, glaubte er zu erkennen, dass die positiven ternären quadratischen Formen mit ganzzahligen Coefficienten und ganzzahligen Variabeln in Beziehung zu der inneren Structur der festen Körper stehen, derart, dass die Eigenschaften einer jeden unorganischen festen Substanz, wo nicht sämmtlich, doch grösstentheils von den Eigenschaften einer der Substanz zugehörenden Klasse äquivalenter positiver ternärer quadratischer Formen abhängen. Insbesondere war Seeber der Ansicht, dass die erwähnte Hypothese über die parallelepipedische Anordnung der mechanisch einfachsten Theile der festen Körper eine Ableitung aller der mannigfaltigen regelmässigen Gestalten der krystallisirten festen Körper gewähre. Die Quadrate der Abstände der Mittelpunkte der Theilchen in einem bestimmten Krystall setzte er gleich ganzen Vielfachen einer und derselben Grösse. Auch wenn die Hypothese über die Structur der festen Körper im Allgemeinen nicht richtig sei, so würde sich nach Seeber doch die, lediglich auf rein mathematische Principien gegründete Zurückführung der Krystallformen auf jene einfache Annahme als gültig erweisen, indem vermöge derselben wenigstens die Krystallformen einer jeden festen Substanz von den Eigenschaften einer ihr zugehörigen Klasse

*) Carl Friedrich Gauss Werke. Zweiter Band. Herausgegeben von der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. 1863. S. 308—340 (mit Bemerkungen von Schering S. 311. 312).

**) Göttingen'sche gelehrte Anzeigen. 1831. Juli 9. — Wieder abgedruckt in Crelle's Journal für Mathematik, Bd. XX. S. 312 f. und Werke, Bd. II. S. 188—196.

***) Seeber, Versuch einer Erklärung des inneren Baues der festen Körper. Gilbert's Annalen der Physik. Bd. 76. 1824. S. 229—248. 349—371. — Untersuchungen über die Eigenschaften der positiven ternären quadratischen Formen. Freiburg. 1831.

Digitized by Google

aequivalenter positiver ternärer quadratischer Formen abhängig seien, mithin die Theorie dieser ternären Formen wenigstens ein nützliches oder nothwendiges Hülfsmittel der Krystallographie sei. Demgemäss erachtete er zur weiteren Ausführung seiner krystallographischen Betrachtungen eine genaue Kenntniss der Eigenschaften der wesentlich positiven ternären quadratischen Formen für nothwendig.

In der Anzeige der Seeber'schen Schrift gedenkt Gauss bei Gelegenheit seiner Mittheilungen über die geometrische Interpretation der positiven ternären quadratischen Formen auch der Anwendung dieser Formen auf die Ermittelung der Relationen unter den Krystallgestalten. Er macht dabei die wichtige Bemerkung, dass genauere Messungen nicht, wie Seeber mit Zugrundelegung der Winkel-Angaben von Hauy angenommen hatte, auf einfache rationale Verhältnisse der Coefficienten jener Formen führen. Doch sei der grösste Theil der Lehre von den ternären Formen und namentlich dasjenige, was für die krystallographische Anwendung erforderlich ist, auch unabhängig von der Voraussetzung, wonach die Coefficienten ganze Zahlen vorstellen, gültig.

Von weiteren Entwickelungen der in der Anzeige gegebenen Gesichtspunkte finden sich im Gauss'schen Nachlass namentlich die Resultate der Transformation derjenigen ternären Form, welche den Krystallformencomplex des Kalkspathes mit Zugrundelegung des Hauptrhomboëders und unter Benutzung der Hauy'schen Winkelwerthe repräsentirt, in die Formen, welche denselben Complex darstellen mit Zugrundelegung beziehungsweise des ersten stumpferen, ersten spitzeren, zweiten stumpferen und zweiten spitzeren Rhomboëders.

Ausser mit der Anwendung der ternären Formen auf die Geometrie der Krystalle beschäftigte sich Gauss mit der Frage, wie das geometrische Grundgesetz der Krystalle am einfachsten zu formuliren sei. In dieser Beziehung gelangte er zu einem Resultat, welches zunächst betrachtet werden möge.

I.

Grundgesetz der Geometrie der Krystalle.

Die fundamentale Beziehung zwischen den Flächen und Kanten eines Krystallformencomplexes ist bekanntlich in zweifacher Weise gedeutet und ausgesprochen worden: als Gesetz der rationalen Indices und als Gesetz der Zonen. Wie einfach diese Gesetze auch immer sein mögen, so kann die Aufsuchung möglichst einfacher Ausdrucksweisen für jene Grundbeziehung doch nicht als abgeschlossen betrachtet werden. Denn die erwähnten Gesetze können nicht schon beim blossen Anblick der Krystalle abgelesen werden, ebensowenig wie die Gestalt der Planetenbahnen beim Anschauen des Sternenhimmels. Sie entspringen erst aus der Anwendung

Digitized by Google

der Geometrie des Raumes auf die Beobachtungen, welche unmittelbar an den Krystallen angestellt werden. Daraus geht hervor, dass in dem Masse, in welchem sich neue geometrische Hülfsmittel darbieten, auch die Nothwendigkeit von Neuem hervortritt, die geometrische Betrachtung der Krystalle einer wiederholten Ausführung zu unterziehen und die Folgerungen aus jenen Gesetzen von einem anderen Standpunkte aus zu entwickeln. Selbst wenn auf diese Weise kein Resultat gewonnen werden könnte, welches nicht schon auf früheren Wegen erreicht worden ist, so würde immerhin die Vermehrung der Gesichtspunkte, unter denen die geometrischen Charaktere der Krystalle betrachtet werden können, nicht als überflüssig zu erachten sein, um so weniger, je mehr Lücken in älteren Betrachtungsweisen hervortreten und je wünschenswerther die Lösung gewisser, jetzt noch unzugänglicher Aufgaben für die praktische Krystallographie ist.

Von jedem der beiden erwähnten, durch die Erfahrung begründeten Gesetze ausgehend gelangt man zu folgendem Satze, welcher demnach ebenfalls erfahrungsmässig für jeden Krystallformencomplex gültig ist:

»Das Doppelverhältniss (anharmonische Verhältniss) von vier Flächen, welche einer und derselben Geraden parallel gehen, sowie das Doppelverhältniss von vier Kanten, welche einer und derselben Ebene parallel gehen, ist eine rationale Zahl.«

Auch dieser Satz spricht die Grundbeziehung zwischen den Flächen und Kanten eines Krystallformencomplexes aus wie die angeführten Gesetze, mit denen er gleichbedeutend ist, da man auch umgekehrt von diesem Satze zu jenen Gesetzen gelangt. Er lässt sich jedoch, wie mir scheint, in einer systematischen Darstellung der geometrischen Krystallographie vortheilhafter benutzen als die erwähnten Gesetze, und er stimmt, wie jetzt gezeigt werden soll, im Wesentlichen überein mit den nachstehenden, von Gauss aufgestellten und a. a. O. S. 308 aus seinem Nachlass mitgetheilten Sätzen.

(𝔄). »Das Grundgesetz der Krystallisation lässt sich am kürzesten so aussprechen: zwischen je fünf Ebenen, welche dabei vorkommen, gibt es folgende Relation:

Sind ihre Normalen auf der Kugeloberfläche (0), (1), (2), (3), (4), so sind allezeit die Producte

$$\sin 102 . \sin 304, \sin 103 . \sin 204, \sin 203 . \sin 104$$

in einem rationalen Verhältniss; ist dies wie $\alpha : \beta : \gamma$, so ist

$$\beta = \alpha + \gamma.$$

(𝔅). Sind die Coordinaten der 5 Punkte auf der Kugeloberfläche

Digitized by Google

$$\left.\begin{matrix} a & b & c \\ a' & b' & c' \\ a'' & b'' & c'' \\ a''' & b''' & c''' \\ 0 & 0 & 1 \end{matrix}\right\} \text{ so müssen } \begin{matrix} (ab' - ba') \cdot (a'' b''' - b'' a''') \\ (ab'' - ba'') \cdot (a''' b' - b''' a') \\ (ab''' - ba''') \cdot (a' b'' - b' a'') \end{matrix}$$

in rationalem Verhältniss stehen.

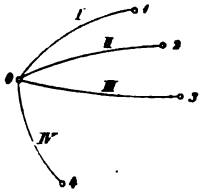
(C). Allgemein seien 1, 2, 3, 4, 5 die 5 Punkte auf der Kugeloberfläche, 0 der Mittelpunkt; dann stehen, wenn 12 den körperlichen Inhalt des Tetraëders 0345 bedeutet

$$\left.\begin{matrix} 23.45 \\ 24.53 \\ 25.34 \end{matrix}\right\} \text{ in rationalem Verhältnisse}$$

ebenso

$$\left.\begin{matrix} 12.34 \\ 13.42 \\ 14.23 \end{matrix}\right\} \text{ u. s. f.«}$$

Fig. 1.



Die Relation:

$$\frac{\sin 102 . \sin 304}{\sin 203 . \sin 104} : \frac{\sin 103 . \sin 204}{\sin 203 . \sin 104} = \frac{\alpha}{\gamma} : \frac{\alpha}{\gamma} + 1$$

welche aus dem Gaussischen Satze (A) folgt, drückt eine Beziehung zwischen Doppelverhältnissen aus. Bezeichnet man die durch den Pol (0) gehenden Zonenkreise: (0) (1) mit I, (0) (2) mit II, (0) (3) mit III, (0) (4) mit IV, so ist:

$$\frac{\sin 102 . \sin 304}{\sin 203 . \sin 104} = - \frac{\sin \text{I II} . \sin \text{III IV}}{\sin \text{III II} . \sin \text{I IV}} = - (\text{I III II IV})$$

und

$$\frac{\sin 103 . \sin 204}{\sin 203 . \sin 104} = \frac{\sin \text{I III} . \sin \text{II IV}}{\sin \text{II III} . \sin \text{I IV}} = (\text{I II III IV})$$

Zwischen diesen Doppelverhältnissen besteht die Beziehung *)

$$(\text{I II III IV}) + (\text{I III II IV}) = 1$$

Setzt man $- (\text{I III II IV}) = \frac{\alpha}{\gamma}$ so ist demnach

$$(\text{I II III IV}) = \frac{\alpha}{\gamma} + 1. \text{ **)}$$

Die Symbole der Pole (0), (1), (2), (3), (4) seien beziehungsweise 001,

*) Möbius, Barycentrischer Calcül. S. 184.

**) Ueber eine andere Herleitung des Gaussischen Satzes (A), in welcher Doppelver-

Digitized by Google

$a\ b\ c$, $a'\ b'\ c'$, $a''\ b''\ c''$, $a'''\ b'''\ c'''$, so sind die Symbole der Zonenkreise I, II, III, IV resp. $[b\ a\ 0]$, $[b'\ a'\ 0]$, $[b''\ a''\ 0]$, $[b'''\ a'''\ 0]$. Nach Formel (74) d. Zeitschr. Bd. I S. 151 ist:

$$\frac{a\,b' - b\,a'}{a\,b''' - b\,a'''} \cdot \frac{a''\,b''' - b''\,a'''}{a'\,b'' - b'\,a''} = -\ (\text{I III II IV})$$

$$\frac{a\,b'' - b\,a''}{a\,b''' - b\,a'''} \cdot \frac{a'''\,b' - b'''\,a'}{a'\,b'' - b'\,a''} = (\text{I II III IV})$$

Daraus erhellt, dass der Satz (𝔅) aus (𝔄) hervorgeht, wenn man die genannten Doppelverhältnisse durch Indices darstellt.

Wird der Radius der Kugel gleich 1 gesetzt und bedeutet z. B. sin (145) den Sinus der Ecke, welche von den Geraden 01, 04, 05 gebildet wird, so ist der sechsfache

Inhalt 23 des Tetraëders $0145 = \sin(145)$
- 45 - - $0123 = \sin(123)$
- 24 - - $0153 = \sin(153)$
- 53 - - $0142 = \sin(142)$
- 25 - - $0134 = \sin(134)$
- 34 - - $0152 = \sin(152)$

Bezeichnet man die grössten Kugelkreise von 1 nach 2, 3, 4, 5 resp. mit I, II, III, IV, so ist nach Formel (5) d. Zeitschr. Bd. I, S. 137:

$$\sin(145) = \sin 51 \,.\, \sin 14 \,.\, \sin \text{IV III}$$
$$\sin(123) = \sin 31 \,.\, \sin 12 \,.\, \sin \text{II I}$$
$$\sin(153) = \sin 31 \,.\, \sin 15 \,.\, \sin \text{II IV}$$
$$\sin(142) = \sin 21 \,.\, \sin 14 \,.\, \sin \text{I III}$$
$$\sin(134) = \sin 41 \,.\, \sin 13 \,.\, \sin \text{III II}$$
$$\sin(152) = \sin 21 \,.\, \sin 15 \,.\, \sin \text{I IV}$$

Demnach ist:

$$\frac{23\,.\,45}{25\,.\,34} = \frac{\sin \text{IV III} \,.\, \sin \text{II I}}{\sin \text{III II} \,.\, \sin \text{I IV}} = (\text{I III II IV})$$

$$\frac{24\,.\,53}{25\,.\,34} = \frac{\sin \text{II IV} \,.\, \sin \text{I III}}{\sin \text{III II} \,.\, \sin \text{I IV}} = -\ (\text{I II III IV})$$

Aus den vorstehenden Umformungen ist ersichtlich, wie die Gaussischen Sätze (𝔄), (𝔅), (ℭ) zu dem erwähnten Grundgesetz: Das Doppelverhältniss von vier tautozonalen Flächen ist eine rationale Zahl, führen; andererseits geht daraus hervor, dass auch umgekehrt die Gaussischen Sätze als Folgerungen aus jenem Grundgesetz aufgefasst werden können.

---

hältnisse nicht benutzt werden vgl. W. H. Miller, On the crystallographic method of Grassmann. Proc. Cambridge Philos. Soc. Part V. 1868.

Digitized by Google

II.

Anwendung der Theorie der wesentlich positiven ternären quadratischen Formen auf die Geometrie der Krystalle.

Die Grössen, welche bei der Untersuchung der geometrischen Eigenschaften der Krystalle in Betracht kommen, sind, wie Seeber erkannte, so beschaffen, dass sich die Theorie der positiven ternären quadratischen Formen benutzen lässt, um die Beziehungen jener Grössen unter einander abzuleiten. Diese Anwendung auf die Geometrie der Krystalle hat das Interesse, welches sich in arithmetischer Beziehung an die ternären quadratischen Formen knüpft, wesentlich erhöht. *)

Seeber nahm an**), ein Krystall bestehe aus einem System parallelepipedisch angeordneter Molecüle, welche sich in einem stabilen Gleichgewichtszustand befinden und sich gegenseitig nicht berühren. Das Quadrat des Abstandes der Mittelpunkte von irgend zweien der parallelepipedisch gestellten Molecüle einer bestimmten krystallisirten Substanz ist dargestellt durch die ternäre quadratische Form:

$$\alpha\alpha ll + \beta\beta mm + \gamma\gamma nn + 2\beta\gamma \cos \mathit{Amn} + 2\gamma\alpha \cos \mathit{Bnl} + 2\alpha\beta \cos \mathit{\Gamma lm}.$$

Hierin bedeuten α, β, γ die Längen der Kanten des Elementarparallelepipeds, welches identisch ist mit den von Hauy angegebenen molécules intégrantes oder molécules soustractives der betreffenden Substanz, A, B, Γ die von diesen Kanten eingeschlossenen Winkel, l, m, n ganze, positive oder negative Zahlen.***) Seeber zeigte, dass für jeden Krystall eine wesentlich positive ternäre quadratische Form mit ganzzahligen Variabeln charakteristisch ist. Wie dieselbe aus den Elementen des Krystalles zusammengesetzt wird, lehrt die vorstehende Form. Zu jeder solchen Form kann ein Elementarparallelepiped construirt werden; d. h. ist

$$axx + byy + czz + 2a'yz + 2b'zx + 2cxy$$

die ternäre Form, so können drei Kantenlängen α, β, γ und drei Winkel

---

*) Vgl. Vorrede zu Seeber's Untersuchungen etc. — Gauss, Werke, Bd. II. S. 195. — G. Eisenstein, Neue Theoreme der höheren Arithmetik. In: Crelle's Journal für Mathematik Bd. 35. 1847. S. 117 und in: Mathematische Abhandlungen. Berlin 1847. S. 190. — G. Eisenstein, Tabelle der reducirten positiven ternären quadratischen Formen nebst den Resultaten neuer Forschungen über diese Formen in besonderer Rücksicht auf ihre tabellarische Berechnung. Berlin 1851.

**) Seeber, Versuch einer Erklärung des inneren Baues der festen Körper. Gilbert's Annalen der Physik. Bd. 76.

***) Die vorstehende Form lautet in den in d. Zeitschr. Bd. I, S. 144 benutzten Bezeichnungen:

$$\sum_{ik=1}^{3} c_{ik} a_i a_k \eta_i \eta_k.$$

Digitized by Google

A, B, Γ gefunden werden von der Beschaffenheit, dass die Kanten eine körperliche Ecken bilden und dass:

$$\alpha = \gamma a, \quad \beta = \gamma b, \quad \gamma = \gamma c,$$

$$\cos A = \frac{a'}{\gamma bc}, \quad \cos B = \frac{b'}{\gamma ca}, \quad \cos \Gamma = \frac{c'}{\gamma ab}.$$

Setzt man für die Variabeln einer solchen ternären Form alle möglichen positiven und negativen ganzen Zahlen, so erhält man das System von parallelepipedisch angeordneten Molecülen, welches alle möglichen Flächen- und Kantenrichtungen des Krystallformencomplexes der betreffenden Substanz bestimmt. Dass die Variabeln ganzzahlig sein müssen, folgt nach Seeber aus dem von Hauy entdeckten Gesetz für die Krystallpolyeder, demselben, welches heute unter dem Namen der rationalen Indices bekannt ist. Den verschiedenen Krystallen entsprechen ebenso viele nicht auf einander zurückführbare ternäre quadratische Formen. Aus den Hauy'schen Winkelangaben glaubte Seeber den Schluss ziehen zu müssen, dass die Verhältnisse der Coefficienten a, b, c, a', b', c' einer solchen Form gleich ganzen Zahlen zu setzen seien. Wird z. B. der Kalkspath nach Hauy auf die Polkanten des Hauptrhomboëders bezogen und wird der von zwei Polkanten eingeschlossene Winkel nach Hauy $= 101^0\,32'$ gesetzt, so ist:

$$\alpha : \beta : \gamma = 1, \qquad \cos A = \cos B = \cos \Gamma = -\tfrac{1}{5}.$$

Daher sind die Coefficienten derjenigen ternären quadratischen Form, welche den Krystallformencomplex des Kalkspathes mit Zugrundelegung des Hauptrhomboëders desselben repräsentirt bis auf einen Proportionalitätsfactor:

$$5,\ 5,\ 5,\ -1,\ -1,\ -1.$$

Verhalten sich die Coefficienten einer ternären Form wie ganze Zahlen, so müssen sich die Abstände je zweier Punkte des zugehörigen Punktsystems wie Quadratwurzeln aus ganzen Zahlen verhalten. So folgerte Seeber aus den Angaben von Hauy eine Annahme, welche Chr. S. Weiss*) derselben Quelle mit der Ueberzeugung von ihrer Naturgemässheit entnommen hatte. Sie befindet sich bekanntlich im Widerspruch mit späteren genauen Winkelmessungen und mit den thermischen Eigenschaften der Krystalle.

Die parallelepipedische Anordnung des Punktsystemes im Raume, welches durch die ternäre Form $\sum_{ik=1}^{3} c_{ik}\, a_i\, a_k\, \eta_i\, \eta_k$ mit ganzzahligen Variabeln η_1, η_2, η_3 repräsentirt wird, ist nach Seeber in Uebereinstimmung mit der Anordnung der kleinsten materiellen Theilchen desjenigen Krystallformencomplexes, welcher durch dieselbe Form dargestellt werden kann. Nach dieser später von Bravais wieder aufgenommenen Anschauung be-

*) Abhandl. Berlin. Akad. für 1816 und 1817. Krystallographische Fundamentalbestimmung des Feldspathes. S. 253.

Digitized by Google

ziehen sich also die ternären Formen auf den inneren Bau der Krystalle. Es ist ausdrücklich zu betonen, dass die Anwendung der ternären Formen auf die Herleitung geometrischer Eigenschaften der Krystalle unabhängig ist von den Vorstellungen über den inneren Bau der Krystalle, welcher ebenso unbekannt ist wie derjenige der übrigen homogenen festen Körper. Sind von einem Krystallformencomplex vier Flächen (oder Kanten), von denen nicht je drei einer und derselben Geraden (oder Ebene) parallel gehen, bekannt, so ist damit auch die, dem Complex zugehörige Form $\sum_{i,k=1}^{3} c_{ik} a_i a_k \eta_i \eta_k$ gegeben, und das durch diese Form repräsentirte Punktsystem im Raume ist lediglich eine geometrische Interpretation der genannten Form, die mit der inneren Structur der Krystalle in keinem erkennbaren Zusammenhange steht.

In der erwähnten Anzeige von Seeber's Untersuchungen über die positiven ternären quadratischen Formen eröffnete Gauss eine Reihe neuer Gesichtspunkte für die Anwendung dieser Formen auf die Geometrie der Krystalle:

»Es bedeutet allgemein die positive ternäre Form

$$axx + byy + czz + 2a'yz + 2b'xz + 2c'xy$$

das Quadrat der Entfernung zweier unbestimmter Punkte im Raume, deren Coordinaten in Beziehung auf drei Axen (1), (2), (3) die Unterschiede $x\sqrt{a}$, $y\sqrt{b}$, $z\sqrt{c}$ geben: die Cosinus der Winkel zwischen den Axen (2) und (3), (1) und (3), (1) und (2) sind hier resp. $\frac{a'}{\sqrt{bc}}$, $\frac{b'}{\sqrt{ca}}$, $\frac{c'}{\sqrt{ab}}$. Insofern hier x, y, z bloss ganze Zahlen bedeuten sollen, bezieht sich die Form auf ein System parallelepipedisch geordneter, d. i. durch die Durchschnitte dreier Systeme paralleler aequidistanter Ebenen sich ergebender Punkte. Der ganze Raum erscheint so in lauter gleiche Parallelepipeden getheilt, deren Eckpunkte jenes System von Punkten ausmachen, und das Quadrat des Rauminhalts eines Elementar-Parallelepipedum ist der mit positivem Zeichen genommenen Determinanten der ternären Form gleich. Aequivalente Formen repräsentiren ein und dasselbe System von Punkten, nur auf andere Axen oder Fundamentalebenen bezogen.*) Auf gleiche Weise finden alle andere Hauptmomente der Theorie der ternären Formen hier ihre geometrische Bedeutung, das Enthaltensein einer Form unter einer andern, die Darstellung einer bestimmten Zahl oder einer unbestimmten binären Form durch eine ternäre, die Lehre von den zugeordneten ternären Formen (formae adjunctae), das Wegfallen der Unterscheidung zwischen eigentlicher und uneigentlicher Aequivalenz, das Wesen der reducirten Formen,

*) Vgl. die vortreffliche Ausführung von Rudolf Lipschitz, Lehrbuch der Analysis. Bd. I. §§ 85—87. Bonn 1877.

Digitized by Google

u. s. w. . . . Man wird daraus erkennen, welch ein reiches Feld hier den Untersuchungen geöffnet ist, die nicht bloss für sich ein hohes theoretisches Interesse haben, sondern auch zu einer eben so bequemen als allgemeinen Behandlung aller Relationen unter den Krystallformen benutzt werden können. In das Detail dieser Benutzung einzugehen, ist hier der Ort nicht: wir dürfen jedoch die Bemerkung nicht übergehen, dass wenn gleich ursprünglich angenommen ist, dass a, b, c, a', b', c' ganze Zahlen vorstellen, doch der grösste Theil der Lehre von den ternären Formen, und namentlich dasjenige, was für jene Benutzung erforderlich ist, auch unabhängig von jener Voraussetzung gültig bleibt. In der That führen zwar Hauy's Angaben bei den meisten Krystallgattungen auf sehr einfache ganze Werthe der Coefficienten in den ternären Formen, welche sich auf die jenen entsprechende Anordnung des Punktensystems beziehen*), allein die genaueren späteren Messungen von Wollaston, Malus, Biot, Kupffer, u. a. stehen damit im Widerspruch, und machen es zweifelhaft, ob rationale Verhältnisse jener Coefficienten überall naturgemäss sind; jedenfalls aber lassen sich, wenn man nicht in der Theorie die Beschränkung auf ganze Werthe der Coefficienten weglassen will, da es dabei nicht auf absolute Werthe, sondern nur auf ihr Verhältniss unter einander ankommt, allezeit ganze Zahlen finden, die den Messungsresultaten so nahe kommen, wie man nur will.«

Im Gaussischen Nachlass S. 309 befinden sich folgende, die Anwendung der ternären Formen auf die Geometrie der Krystalle betreffende Notizen.

»Transformation der Form $\begin{pmatrix} 5, & 5, & 5 \\ -1, & -1, & -1 \end{pmatrix}$ Det. $= 108$**)

Chaux carbonatée

$$\begin{Bmatrix} 11\bar{1} \\ \bar{1}11 \\ 1\bar{1}1 \end{Bmatrix} \begin{pmatrix} 17 & 17 & 17 \\ -7 & -7 & -7 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 240 & 240 & 240 \\ 168 & 168 & 168 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 10 & 10 & 10 \\ 7 & 7 & 7 \end{pmatrix} \text{ équiaxe}$$

$$36 \,.\, 108 \qquad 256 \,.\, 11664 \qquad 216$$

$$\begin{Bmatrix} 110 \\ 011 \\ 101 \end{Bmatrix} \begin{pmatrix} 8 & 8 & 8 \\ 2 & 2 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 4 & 4 & 4 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 15 & 15 & 15 \\ -3 & -3 & -3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 & 5 & 5 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix} \text{ inverse}$$

$$4 \,.\, 108 \qquad 54 \qquad 27 \,.\, 108 \qquad 54$$

$$\begin{Bmatrix} 211 \\ 121 \\ 112 \end{Bmatrix} \begin{pmatrix} 20 & 20 & 20 \\ 14 & 14 & 14 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 10 & 10 & 10 \\ 7 & 7 & 7 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 51 & 51 & 51 \\ -21 & -21 & -21 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 17 & 17 & 17 \\ -7 & -7 & -7 \end{pmatrix} \text{ contra-stante}$$

$$16 \,.\, 108 \qquad 216 \qquad 432 \,.\, 108 \qquad 16 \,.\, 108$$

$$\begin{Bmatrix} 122 \\ 212 \\ 221 \end{Bmatrix} \begin{pmatrix} 29 & 29 & 29 \\ 23 & 23 & 23 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 312 & 312 & 312 \\ -138 & -138 & -138 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 52 & 52 & 52 \\ -23 & -23 & -23 \end{pmatrix} \text{ mixte.}$$

$$25 \,.\, 108 \qquad 67500 \,.\, 108 \qquad 33750$$

*) Vgl. Seeber, Gilbert's Annalen Bd. 76.

**) Hierzu bemerkt Schering S. 312: die Tafel der Transformation der Form

Digitized by Google

Setzt man die ursprüngliche Form allgemein $= \begin{pmatrix} t, & t, & t \\ u, & u, & u \end{pmatrix}$

und eine abgeleitete $\begin{pmatrix} T, & T, & T \\ U, & U, & U \end{pmatrix}$

so ist

$$(r)\quad \begin{array}{lll} 1. & T = 3t - 2u & U = -t + 2u \\ 2. & T = 2t + 2u & U = t + 3u \\ 3. & T = 6t + 10u & U = 5t + 11u \\ 4. & T = 9t + 16u & U = 8t + 17u \end{array}$$

Die Form $\begin{pmatrix} 1, & 3, & k \\ 0, & 0, & 0 \end{pmatrix}$ geht durch die Substitution

$$(s)\quad \begin{array}{l} x = u + u' - 2u'' \\ y = u - u' \\ z = u + u' + u'' \end{array} \quad \text{umgekehrt} \quad \begin{array}{l} 6u = x + 3y + 2z \\ 6u' = x - 3y + 2z \\ 6u'' = -2x + 2z \end{array}$$

$$x \equiv z \pmod 3, \quad x \equiv y \pmod 2$$

über in $\begin{pmatrix} 4 + k, & 4 + k, & 4 + k \\ k - 2, & k - 2, & k - 2 \end{pmatrix}$.

Um den Kalkspath zu produciren ist $k = 0{,}973103$ zu setzen.«

Die vorstehenden Sätze von Gauss beziehen sich auf die Lehre von der Transformation der quadratischen Formen durch eine Substitution des ersten Grades. Zu einem Krystallformencomplex, der bezogen ist auf die Coordinatenaxen x_1, x_2, x_3 mit den Einheiten $a_1 : a_2 : a_3$, gehört die wesentlich positive ternäre quadratische Form mit ganzzahligen Variabeln η_1, η_2, η_3:

$$f \ldots \sum_{ik=1}^{3} c_{ik}\, a_i\, a_k\, \eta_i\, \eta_k$$

und deren adjungirte Form:

$$\varphi \ldots a_1^2 a_2^2 a_3^2 \sum_{ik=1}^{3} \frac{\Delta_{ik}}{a_i a_k}\, h_i h_k$$

Beispielsweise ist für einen Krystall des rhomboëdrischen Systems, der auf die Polkanten seines Grundrhomboëders als Coordinatenaxen bezogen ist:

$$a_1 = a_2 = a_3 = 1$$

$$c_{11} = c_{22} = c_{33} = 1, \quad c_{23} = c_{31} = c_{12} = \frac{u}{t}$$

$$\Delta_{11} = \Delta_{22} = \Delta_{33} = \frac{tt - uu}{t}, \quad \Delta_{23} = \Delta_{31} = \Delta_{12} = \frac{uu - ut}{t}$$

$\begin{pmatrix} 5, & 5, & 5 \\ 1, & 1, & 1 \end{pmatrix}$ enthält in der ersten Verticalreihe die Coefficienten der Substitution, in der zweiten die dadurch entstandene neue Form, in der dritten die der letzteren Form entsprechende primitive, wenn diese nicht selbst schon eine solche ist, und in der vierten deren Adjuncta. — Chaux carbonatée équiaxe, inverse, contrastante, und mixte sind die von Hauy (Traité de Minéralogie 1801. Tome II. pag. 132, 137) gebrauchten Benennungen.

Digitized by Google

$$f \ldots t\eta_1\eta_1 + t\eta_2\eta_2 + t\eta_3\eta_3 + 2u\eta_2\eta_3 + 2u\eta_3\eta_1 + 2u\eta_1\eta_2$$

oder in Gaussischer Bezeichnungsweise:

$$f \ldots \begin{pmatrix} t, & t, & t \\ u, & u, & u \end{pmatrix}$$

$$\varphi \ldots (t+u)h_1h_1 + (t+u)h_2h_2 + (t+u)h_3h_3 - 2uh_2h_3 - 2uh_3h_1 - 2uh_1h_2$$

oder nach Gauss:

$$\varphi \ldots \begin{pmatrix} t+u, & t+u, & t+u \\ -u & -u & -u \end{pmatrix}$$

Hierfür bieten die 3. und 5. Reihe der Gaussischen Transformationstabelle Beispiele.

Werden an die Stelle der Fundamentalflächen: $x_2x_3 = 100$, $x_3x_1 = 010$, $x_1x_2 = 001$ der Reihe nach die Flächen $f^{(1)}$, $f^{(2)}$, $f^{(3)}$ eingeführt, und wird an Stelle der Einheitsfläche $e = 111$ die Fläche k als Einheitsfläche gewählt, so bestehen die Transformationsgleichungen (88) und (85) d. Zeitschrift Bd. 1. S. 154. 153. Der Kürze wegen möge

$$| kf^{(2)}f^{(3)} | = \sum_{i=1}^{3} k_i \Phi_i^{(1)}$$

mit K_1 u. s. f. bezeichnet werden, dann ist:

$$(a) \qquad \begin{aligned} K_1K_2K_3 \cdot \eta_1' &= K_1 \cdot \sum_{i=1}^{3} f_i^{(1)}\eta_i \\ K_1K_2K_3 \cdot \eta_2' &= K_2 \cdot \sum_{i=1}^{3} f_i^{(2)}\eta_i \\ K_1K_2K_3 \cdot \eta_3' &= K_3 \cdot \sum_{i=1}^{3} f_i^{(3)}\eta_i \end{aligned}$$

und umgekehrt:

$$(b) \qquad \begin{aligned} \Phi \cdot \eta_1 &= K_1K_2K_3 \cdot \sum_{i=1}^{3} \frac{\Phi_1^{(i)}}{K_1}\eta_i' \\ \Phi \cdot \eta_2 &= K_1K_2K_3 \cdot \sum_{i=1}^{3} \frac{\Phi_2^{(i)}}{K_2}\eta_i' \\ \Phi \cdot \eta_3 &= K_1K_2K_3 \cdot \sum_{i=1}^{3} \frac{\Phi_3^{(i)}}{K_3}\eta_i' \end{aligned}$$

Demnach geht f über in:

$$f' \ldots K_1^2K_2^2K_3^2 \sum_{\mu\nu=1}^{3} \frac{\gamma_{\mu\nu}}{K_\mu K_\nu}\eta_\mu'\eta_\nu'$$

worin:

$$(\alpha) \qquad \gamma_{\mu\nu} = \sum_{ik=1}^{3} c_{ik}a_ia_k\Phi_i^{(\mu)}\Phi_k^{(\nu)}$$

Digitized by Google

Ferner ist:

$$K_1 h_1' = \sum_{i=1}^{3} \Phi_i^{(1)} h_i$$

$$(c) \qquad K_2 h_2' = \sum_{i=1}^{3} \Phi_i^{(2)} h_i$$

$$K_3 h_3' = \sum_{i=1}^{3} \Phi_i^{(3)} h_i$$

und umgekehrt:

$$\Phi \,.\, h_1 = \sum_{i=1}^{3} K_i h_i' f_1^{(i)}$$

$$(d) \qquad \Phi \,.\, h_2 = \sum_{i=1}^{3} K_i h_i' f_2^{(i)}$$

$$\Phi \,.\, h_3 = \sum_{i=1}^{3} K_i h_i' f_3^{(i)}$$

Folglich geht Φ über in:

$$\Phi' = \frac{a_1^2 a_2^2 a_3^2}{\Phi \,.\, \Phi} \sum_{\mu\nu=1}^{3} D_{\mu\nu} K_\mu K_\nu h_\mu' h_\nu'$$

worin:

$$(\beta) \qquad D_{\mu\nu} = \sum_{ik=1}^{3} \frac{\Delta_{ik}}{a_i a_k} f_i^{(\mu)} f_k^{(\nu)}$$

Das von Gauss behandelte Beispiel für diese Transformation einer ternären Form betrifft die Form:

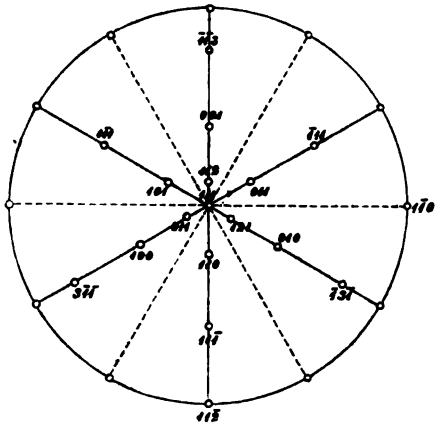
$$f \ldots t\eta_1\eta_1 + t\eta_2\eta_2 + t\eta_3\eta_3 + 2u\eta_2\eta_3 + 2u\eta_3\eta_1 + 2u\eta_1\eta_2 = \begin{pmatrix} t, & t, & t \\ u, & u, & u \end{pmatrix}$$

welche zur Darstellung eines rhomboedrischen Krystallformencomplexes bei Zugrundelegung der Flächen 100, 010, 001 des Hauptrhomboeders dient, und die Transformation dieser Form durch Einführung der Flächen:

1. 011, 101, 110 des 1. stumpferen Rh.
2. $\bar{1}11$, $1\bar{1}1$, $11\bar{1}$ - 1. spitzeren -
3. 211, 121, 112 - 2. stumpferen -
4. $3\bar{1}\bar{1}$, $\bar{1}3\bar{1}$, $\bar{1}\bar{1}3$ - 2. spitzeren -

als Coordinatenebenen. Für diese Fälle lauten die Transformationsgleichungen (a), (b), (c) und (d):

Fig. 2.



Digitized by Google

1.

$$\Phi = \begin{vmatrix} 0\,1\,1 \\ 1\,0\,1 \\ 1\,1\,0 \end{vmatrix} = 2,\ \Phi_i^{(i)} = -1,\ \Phi_i^{(k)} = 1;\ K_1 = K_2 = K_3 = 1$$

$$\begin{aligned} \eta_1' &= \eta_2 + \eta_3 & 2\eta_1 &= -\eta_1' + \eta_2' + \eta_3' \\ \eta_2' &= \eta_1 + \eta_3 & 2\eta_2 &= \eta_1' - \eta_2' + \eta_3' \\ \eta_3' &= \eta_1 + \eta_2 & 2\eta_3 &= \eta_1' + \eta_2' - \eta_3' \\ h_1' &= -h_1 + h_2 + h_3 & 2h_1 &= h_2' + h_3' \\ h_2' &= h_1 - h_2 + h_3 & 2h_2 &= h_1' + h_3' \\ h_3' &= h_1 + h_2 - h_3 & 2h_3 &= h_1' + h_2' \end{aligned}$$

2.

$$\Phi = \begin{vmatrix} \bar{1}\,1\,1 \\ 1\,\bar{1}\,1 \\ 1\,1\,\bar{1} \end{vmatrix} = 2,\ \Phi_i^{(i)} = 0,\ \Phi_i^{(k)} = 2;\ K_1 = K_2 = K_3 = 4$$

$$\begin{aligned} 16\eta_1' &= -\eta_1 + \eta_2 + \eta_3 & \tfrac{1}{16}\eta_1 &= \eta_2' + \eta_3' \\ 16\eta_2' &= \eta_1 - \eta_2 + \eta_3 & \tfrac{1}{16}\eta_2 &= \eta_1' + \eta_3' \\ 16\eta_3' &= \eta_1 + \eta_2 - \eta_3 & \tfrac{1}{16}\eta_3 &= \eta_1' + \eta_2' \\ 2h_1' &= h_2 + h_3 & h_1 &= -h_1' + h_2' + h_3' \\ 2h_2' &= h_1 + h_3 & h_2 &= h_1' - h_2' + h_3' \\ 2h_3' &= h_1 + h_2 & h_3 &= h_1' + h_2' - h_3' \end{aligned}$$

3.

$$\Phi = \begin{vmatrix} 2\,1\,1 \\ 1\,2\,1 \\ 1\,1\,2 \end{vmatrix} = 4,\ \Phi_i^{(i)} = 3,\ \Phi_i^{(k)} = -1;\ K_1 = K_2 = K_3 = 1$$

$$\begin{aligned} \eta_1' &= 2\eta_1 + \eta_2 + \eta_3 & 4\eta_1 &= 3\eta_1' - \eta_2' - \eta_3' \\ \eta_2' &= \eta_1 + 2\eta_2 + \eta_3 & 4\eta_2 &= -\eta_1' + 3\eta_2' - \eta_3' \\ \eta_3' &= \eta_1 + \eta_2 + 2\eta_3 & 4\eta_3 &= -\eta_1' - \eta_2' + 3\eta_3' \\ h_1' &= 3h_1 - h_2 - h_3 & 4h_1 &= 2h_1' + h_2' + h_3' \\ h_2' &= -h_1 + 3h_2 - h_3 & 4h_2 &= h_1' + 2h_2' + h_3' \\ h_3' &= -h_1 - h_2 + 3h_3 & 4h_3 &= h_1' + h_2' + 2h_3' \end{aligned}$$

4.

$$\Phi = \begin{vmatrix} 3\,\bar{1}\,\bar{1} \\ \bar{1}\,3\,\bar{1} \\ \bar{1}\,\bar{1}\,3 \end{vmatrix} = 16,\ \Phi_i^{(i)} = 8,\ \Phi_i^{(k)} = 4;\ K_1 = K_2 = K_3 = 16$$

$$\begin{aligned} 16.16.\ \eta_1' &= 3\eta_1 - \eta_2 - \eta_3 & \tfrac{1}{4.16}\eta_1 &= 2\eta_1' + \eta_2' + \eta_3' \\ 16.16.\ \eta_2' &= -\eta_1 + 3\eta_2 - \eta_3 & \tfrac{1}{4.16}\eta_2 &= \eta_1' + 2\eta_2' + \eta_3' \\ 16.16.\ \eta_3' &= -\eta_1 - \eta_2 + 3\eta_3 & \tfrac{1}{4.16}\eta_3 &= \eta_1' + \eta_2' + 2\eta_3' \\ 4h_1' &= 2h_1 + h_2 + h_3 & h_1 &= 3h_1' - h_2' - h_3' \\ 4h_2' &= h_1 + 2h_2 + h_3 & h_2 &= -h_1' + 3h_2' - h_3' \\ 4h_3' &= h_1 + h_2 + 2h_3 & h_3 &= -h_1' - h_2' + 3h_3' \end{aligned}$$

Digitized by Google

Eine Form:

$$f \ldots t\eta_1\eta_1 + t\eta_2\eta_2 + t\eta_3\eta_3 + 2u\eta_2\eta_3 + 2u\eta_3\eta_1 + 2u\eta_1\eta_2$$

gehe durch Anwendung der Substitution (b) über in:

$$f \ldots T\eta_1'\eta_1' + T\eta_2'\eta_2' + T\eta_3'\eta_3' + 2U\eta_2'\eta_3' + 2U\eta_3'\eta_1' + 2U\eta_1'\eta_2'$$

so ergeben sich die Werthe der Coefficienten T, U aus (α):

$$T = t(\Phi_1^{(i)}\Phi_1^{(i)} + \Phi_2^{(i)}\Phi_2^{(i)} + \Phi_3^{(i)}\Phi_3^{(i)}) + 2u(\Phi_2^{(i)}\Phi_3^{(i)} + \Phi_3^{(i)}\Phi_1^{(i)} + \Phi_1^{(i)}\Phi_2^{(i)})$$

$$U = t(\Phi_1^{(i)}\Phi_1^{(k)} + \Phi_2^{(i)}\Phi_2^{(k)} + \Phi_3^{(i)}\Phi_3^{(k)}) + U(\Phi_2^{(i)}\Phi_3^{(k)} + \Phi_3^{(i)}\Phi_2^{(k)} + \Phi_3^{(i)}\Phi_1^{(k)} + \Phi_1^{(i)}\Phi_3^{(k)} + \Phi_1^{(i)}\Phi_2^{(k)} + \Phi_2^{(i)}\Phi_1^{(k)})$$

für $i, k = 1, 2, 3$. Trägt man für die Grössen $\Phi_i^{(k)}$ der Reihe nach die unter 1..4 angegebenen Werthe ein, so erhält man die Gaussischen Formeln (r). Nimmt man insbesondere $t = 5$, $u = -1$, so erhält man die von Gauss aufgestellte Tabelle.

Die Gaussische Substitution (s) bedeutet, dass für die Bestimmung eines Krystallformencomplexes des rhomboedrischen Systems, welcher auf die Flächen $11\bar{2}$, $1\bar{1}0$, 111 als Fundamentalebenen und 100 als Einheitsfläche bezogen war, nunmehr die Flächen des Hauptrhomboeders und die Basis zu Grunde gelegt werden.

III.

Reguläres System.

Auf S. 310 des Nachlasses von Gauss befinden sich folgende, das Hexakisoktaeder betreffende Formeln:

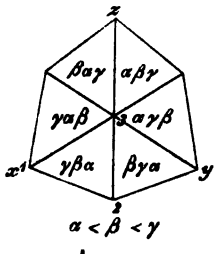
Fig. 3.

»Hexakisoktaeder.

Gleichung: $px + qy + rz = 1$

Coordinaten.

1.	$\frac{1}{\gamma}$	0	0
2.	$\frac{1}{\beta+\gamma}$	$\frac{1}{\beta+\gamma}$	0
3.	$\frac{1}{\alpha+\beta+\gamma}$	$\frac{1}{\alpha+\beta+\gamma}$	$\frac{1}{\alpha+\beta+\gamma}$



Sechsfacher Inhalt einer Elementarpyramide $= \frac{1}{\gamma(\beta+\gamma)(\alpha+\beta+\gamma)}$

Alle [Flächen] sind um eine Kugel beschrieben, deren Halbmesser

$$= \frac{1}{\sqrt{(\alpha\alpha+\beta\beta+\gamma\gamma)}}$$

Doppelte Fläche eines Dreieckes $= \frac{\sqrt{(\alpha\alpha+\beta\beta+\gamma\gamma)}}{\gamma(\beta+\gamma)(\alpha+\beta+\gamma)}$

Digitized by Google

Kante $1.2 = \frac{V(\beta\beta+\gamma\gamma)}{\gamma(\beta+\gamma)}$, $1.3 = \frac{V((\alpha+\beta)^2+2\gamma\gamma)}{\gamma(\alpha+\beta+\gamma)}$, $2.3 = \frac{V(2\alpha\alpha+(\beta+\gamma)^2)}{(\beta+\gamma)(\alpha+\beta+\gamma)}$

Cosinus Kanten Winkel $3.1.2 = \frac{\alpha\beta+\beta\beta+\gamma\gamma}{V(\beta\beta+\gamma\gamma)\,((\alpha+\beta)^2+2\gamma\gamma)}$

Sinus $= \frac{\gamma V(\alpha\alpha+\beta\beta+\gamma\gamma)}{V(\beta\beta+\gamma\gamma)\,((\alpha+\beta)^2+2\gamma\gamma)}$ «.

Zur Erläuterung der vorstehenden Formeln möge folgendes dienen. Wird die Fläche $\gamma\beta\alpha$ nicht auf die Hauptsymmetrieaxen x, y, z, sondern auf die Symmetrieaxen 1, 2, 3 bezogen, so werden damit an die Stelle der Fundamentalflächen: 100, 010, 001 der Reihe nach die Flächen: $1\bar{1}0$, $01\bar{1}$, 001 eingeführt. Dann ist:

$$\Phi = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 \\ \bar{1} & 1 & 0 \\ 1 & \bar{1} & 1 \end{vmatrix}$$

und die neuen Indices der Fläche $\gamma\beta\alpha$ lauten nach Formel (85) d. Zeitschr. Bd. I. S. 153:

$$\gamma, \frac{\gamma+\beta}{2}, \frac{\gamma+\beta+\alpha}{3}$$

Bestimmt die Oktaederfläche 111 nach wie vor die Axeneinheiten, so sind diese 1, $\frac{1}{V2}$, $\frac{1}{V3}$, und die Parameter der Fläche $\gamma\beta\alpha$ haben die Werthe:

$$01 = \frac{1}{\gamma},\ 02 = \frac{V2}{\gamma+\beta},\ 03 = \frac{V3}{\gamma+\beta+\alpha}$$

wenn 0 den Mittelpunkt des Hexakisoktaeders bedeutet. Das Quadrat des Sinus der von den Symmetrieaxen 1, 2, 3 gebildeten Ecke ist, da:

$$(12) = 45^0,\ (23) = 35^0\,15'\,53'',\ (31) = 54^0\,44'\,7'',$$

$$\sin^2(123) = \begin{vmatrix} 1 & V\frac{1}{2} & V\frac{1}{3} \\ V\frac{1}{2} & 1 & V\frac{2}{3} \\ V\frac{1}{3} & V\frac{2}{3} & 1 \end{vmatrix} = \frac{1}{6}.$$

Daher ist der sechsfache Inhalt der Pyramide 0123:

$$01.02.03.\sin(123) = \frac{1}{\gamma(\gamma+\beta)(\gamma+\beta+\alpha)}$$

Die Kanten 23, 31, 12 haben folgende Symbole:

$$23 = \begin{vmatrix} \gamma\beta\alpha \\ \beta\gamma\alpha \end{vmatrix} = [\bar{\alpha}, \bar{\alpha}, \gamma+\beta],\ 31 = \begin{vmatrix} \gamma\beta\alpha \\ \gamma\alpha\beta \end{vmatrix} = [\beta+\alpha, \bar{\gamma}, \bar{\gamma}],\ 12 = \begin{vmatrix} \gamma\beta\alpha \\ \gamma\beta\bar{\alpha} \end{vmatrix} = [\bar{\beta}\gamma 0]$$

Demnach ist nach Formel (40) d. Zeitschr. Bd. I. S. 144:

$$\cos 31\wedge 12 = \frac{-(\beta+\alpha)\beta-\gamma\gamma}{V((\beta+\alpha)^2+2\gamma\gamma)(\beta\beta+\gamma\gamma)}$$

Digitized by Google

$$\cos 12\,23 = \frac{\beta\alpha - \gamma\alpha}{\sqrt{(\beta\beta+\gamma\gamma)(2\alpha\alpha+(\gamma+\beta)^2)}}$$

$$\cos 23\,31 = \frac{-\alpha(\beta+\alpha)+\gamma\alpha-(\gamma+\beta)\gamma}{\sqrt{(2\alpha\alpha+(\gamma+\beta)^2)((\beta+\alpha)^2+2\gamma\gamma)}}$$

und:

$$\sin 31\,12 = \sqrt{\frac{\gamma\gamma+\beta\beta+\alpha\alpha}{(\beta+\alpha)^2+2\gamma\gamma)(\beta\beta+\gamma\gamma}}$$

$$\sin 12\,23 = (\gamma+\beta)\sqrt{\frac{\gamma\gamma+\beta\beta+\alpha\alpha}{(\beta\beta+\gamma\gamma)(2\alpha\alpha+(\gamma+\beta)^2)}}$$

$$\sin 23\,31 = (\gamma+\beta+\alpha)\sqrt{\frac{\gamma\gamma+\beta\beta+\alpha\alpha}{(2\alpha\alpha+(\gamma+\beta)^2)((\beta+\alpha)^2+2\gamma\gamma)}}$$

Hieraus ergeben sich die Kantenlängen in dem Dreieck 123:

$$23 : 31 : 12 = \sin 31\,12 : \sin 12\,23 : \sin 23\,31$$

$$= \frac{\sqrt{2\alpha\alpha+(\gamma+\beta)^2}}{(\gamma+\beta)(\gamma+\beta+\alpha)} : \frac{\sqrt{(\beta+\alpha)^2+2\gamma\gamma}}{\gamma(\gamma+\beta+\alpha)} : \frac{\sqrt{\gamma\gamma+\beta\beta}}{\gamma(\gamma+\beta)}$$

und der doppelte Flächeninhalt des Dreiecks 123:

$$23 \,.\, 31 \sin 23\,31 = \frac{\sqrt{\gamma\gamma+\beta\beta+\alpha\alpha}}{\gamma(\gamma+\beta)(\gamma+\beta+\alpha)}$$

Digitized by Google

IV. Ueber den Phillipsit und seine Beziehungen zum Harmotom und Desmin.

Von

W. Fresenius in Strassburg i. E.

(Mit 3 Holzschnitten.)

I.

Krystallographischer Theil.

Bekanntlich hat Des Cloizeaux zuerst die monosymmetrische Natur des Harmotoms auf optischem Wege nachgewiesen und die früher als einfache Combinationen zweier Pinakoide und einer rhombischen Pyramide aufgefassten Krystalle als Durchwachsungszwillinge der Combination ∞P, oP, $\infty \breve{P} \infty = (110)(001)(010)$ erklärt.

Aus den Messungen, die der stark gestreiften Flächen halber nur ziemlich ungenau sein können, berechnet Des Cloizeaux das Axenverhältniss des Harmotoms zu:

$$a : b : c : = 0{,}7031 : 1 : 1{,}2310$$
$$\beta = 55^0\,10'.$$

Gegen den dabei benutzten Fundamentalwerth $\breve{P}\infty$ zu $oP = 90^0$ lässt sich jedoch einwenden, dass die Fläche $\breve{P}\infty$ noch nie beobachtet ist und durch das erste Zwillingsgesetz keineswegs verlangt wird. Dasselbe ist schon vollkommen erklärt durch Annahme der Basis als Zwillingsebene. Bei vollständiger Durchwachsung müssen natürlich die beiden Krystalle auch symmetrisch zu der darauf senkrechten Fläche stehen, dieselbe muss deshalb noch keineswegs krystallonomisch möglich sein. Besser hätte er wohl das Klinodoma, das mit der Basis nahezu 45^0 bildet, zu Grunde gelegt.

In allerneuester Zeit hat Baumhauer*) die monokline Natur des Harmotoms als noch nicht unbedingt bewiesen bezeichnet, da er Spannungserscheinungen an diesem Minerale beobachtet hat, die er aus der complicirten Structur erklärt und möglicherweise für die Ursache hält, dass

*) D. Zeitschr. 2, 118.

Digitized by Google

Des Cloizeaux die allerdings nur geringen Abweichungen vom rhombischen System gefunden hat.

Ich habe darauf hin, wie es Baumhauer angibt, einen Vierling von Andreasberg senkrecht zu den Symmetrieebenen geschliffen und seine Angaben vollständig bestätigt gefunden. *)

Im weissen Licht erscheint die Platte zwischen gekreuzten Nicols in mehrere verschieden (roth und grün) gefärbte, unregelmässig begrenzte Sectoren getheilt. Bei Anwendung von homogenem Lichte unterscheidet man dieselben Sectoren, die sich dadurch erkennen lassen, dass sie zwischen gekreuzten Nicols nicht gleichzeitig dunkel werden. Die grösste Differenz, die ich zwischen der Dunkelstellung zweier Sectoren fand, betrug etwa 7°. Von da bis zu 0° fand sich eine ganze Reihe von Werthen; so wich am Rande, wo die Störungen geringer sein müssen, die Auslöschungsrichtung kaum von der Kante ab; ich fand z. B. 0° 10′ und 0° 31′.

Für das Vorhandensein dieser Spannungserscheinungen, selbst in den viel einfacher verwachsenen Morveniten, spricht auch die Angabe Des Cloizeaux's, dass die Grösse des optischen Axenwinkels stark mit der Platte variire.

Auch ich fand im Morvenit, aus dem ich eine Platte nach der Symmetrieebene schliff, derartige Spannungserscheinungen und zwar in einem Maasse, dass meine Bestimmungen der Schwingungsrichtung des Lichtes zwischen Grenzen schwanken, die so gross sind, als die Differenzen der ersten und zweiten Angaben Des Cloizeaux's.

Ich erhielt nämlich an verschiedenen Stellen der Platte für Natriumlicht als Winkel der Schwingungsrichtungen in zwei Zwillingslamellen:

39° 57′. 36° 41′. 34° 57′. 34° 40.

Dies ergibt für den von Des Cloizeaux früher zu 27° 35′, jetzt zu 25° 5′ resp. 25° 42′ (für blau und roth) gefundenen Winkel der optischen Axenebene mit einer Normalen zur Basis:

25° 4′. 26° 39. 27° 31′. 27° 40′.

Des Cloizeaux hat aber den früher angegebenen Winkel nicht gemessen, sondern nur aus dem optischen Axenbild geschlossen, dagegen

*) Wenn man deshalb auch die monokline Natur des Harmotoms bezweifeln könnte, so wird man doch nie zu der holoëdrisch-rhombischen Naumann'schen Stellung zurückkehren können, da man den Winkel von circa 60°, den die optische Axenebene mit dem Naumann'schen Orthopinakoid bildet, doch nicht auf Spannungserscheinungen zurückführen kann. Man muss also unter allen Umständen die kreuzförmigen Krystalle als Vierlinge auffassen und hat nur die Wahl, ob man als einfachen Krystall einen monosymmetrischen oder einen rhombisch hemiëdrischen annehmen will. Die letzte Auffassung hat aber in jeder Hinsicht etwas so Gezwungenes, dass man sie, so lange sich noch irgend eine andere Erklärung finden lässt, wohl kaum annehmen wird.

Digitized by Google

sind die neueren Werthe Mittel aus einer grossen Anzahl sorgfältiger Bestimmungen, deren Richtigkeit kaum bezweifelt werden kann, denn die durch Spannungserscheinungen hervorgebrachten Fehler müssten sich ja auf beide Seiten gleich vertheilen.

Wegen der grossen Aehnlichkeit der Krystalle des Phillipsits mit denen des Harmotoms fasste man schon früher mehrfach beide Mineralien als isomorph auf*).

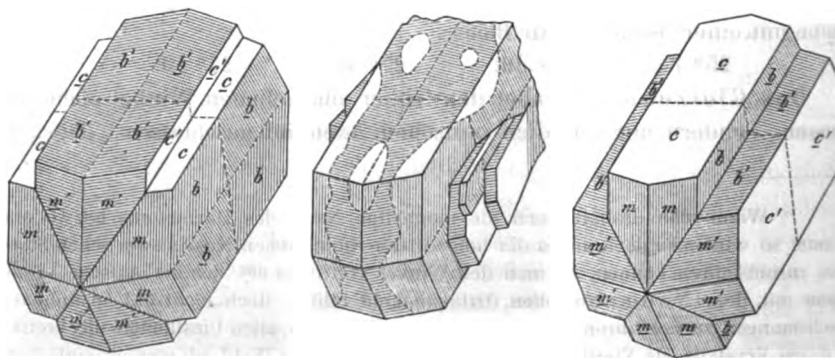
Eine dem entsprechende monosymmetrische Aufstellung hat zuerst Groth**) angegeben, indem er das Naumann'sche Makropinakoïd zur Basis, das Brachypinakoïd zur Symmetrieebene nahm und aus den Messungen Marignac's ein dem Harmotom nahestehendes Axenverhältniss berechnete.

Späterhin hat Streng***), gestützt auf die Federstreifung, die er auf dem (Naumann'schen) Makropinakoïde mancher Phillipsite fand, diese Fläche zur Symmetrieebene, das Brachypinakoïd zur Basis genommen. Auch so erhält man krystallographische Constanten, die denen des Harmotoms sehr ähnlich sind.

Ein directer Beweis für das monokline System konnte aber nur durch optische Untersuchungen geführt werden und dabei musste sich auch gleichzeitig herausstellen, welche von den beiden möglichen Aufstellungen der Wirklichkeit entspricht.

Wie aus meinen unten angeführten Beobachtungen hervorgeht, ist die Streng'sche Auffassung die richtige; nach derselben müssen die Krystalle in der Art gestellt werden, wie es die Figuren zeigen.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.



*) Gustav Rose, krystallochemisches Mineralsystem Anm. 61. S. 104.
**) Tabellarische Uebersicht der einfachen Mineralien S. 62 und 104.
***) Leonhard's Jahrbuch für Mineralogie 1875, S. 585.

Digitized by Google

Vom Phillipsit sind einfache Krystalle oder Zwillinge nur nach der Basis nicht bekannt; die einfachste Verwachsung, in der er sich findet, sind Vierlingskrystalle, die manchmal genau in der gewöhnlichen Harmotomform Fig. 1 ausgebildet sind. Häufiger jedoch tritt diese Combination beim Phillipsit in der Weise auf, wie es Fig. 2 andeutet, d. h. ganz ohne einspringende Kanten. Da hierbei die Zwillingsgrenzen stets sehr unregelmässig verlaufen, so fällt oft die federförmig gestreifte Symmetrieebene des einen Zwillings (nach dem ersten Gesetz) mit der horizontal gestreiften Basis*) des anderen in eine Ebene. Man erkennt beide Arten von Streifung leicht und deutlich an den ziemlich grossen Krystallen vom Stempel bei Marburg, die ich jedoch, weil sie trübe sind, nicht analysirte und, weil sie keine einspringenden Winkel zeigen, nicht zu optischen Untersuchungen benutzte.

Auch an den kleinern Krystallen von der Limburg bei Saspach im Kaiserstuhl, von Aci Castello in Sicilien und von Annerode bei Giessen, die alle die Ausbildung Fig. 2 zeigen, sieht man stets diese Streifungen und die Zwillingsgrenzen, wenigstens vor dem Goniometer oder unter dem Mikroskop im polarisirten Lichte.

Die Figur 3 entspricht den von Streng beschriebenen Krystallen von Nidda in Hessen, dem Phillipsit von Sirgwitz in Schlesien und von Richmond in Victoria, bei welchen die einfachen Krystalle nach der Symmetrieebene tafelartig ausgebildet sind. In Folge davon liegen die Basisflächen nach aussen, die federförmig gestreiften Symmetrieebenen sind nur in den einspringenden Kanten sichtbar, die Spitze der Federstreifung auf den Prismenflächen ist nach der Mitte hin gerichtet.

Bei allen Phillipsiten findet man die auf Fig. 2 angedeutete Neigung sich nicht völlig parallel aneinander zu lagern, was bis zu vollkommen kugligen Aggregaten gehen kann, wie bei den Krystallen von Aci Castello und z. Th. bei denen von der Limburg im Kaiserstuhl. Stets aber erscheinen die Krystalle faserig oder mindestens am aufgewachsenen Ende dünner.

Dieser Umstand, verbunden mit der Federstreifung, macht es fast unmöglich bei den Winkelmessungen genaue Resultate zu erhalten. In der That differiren auch die bisher veröffentlichten Beobachtungen ziemlich beträchtlich; allein aus allen lassen sich doch Axenverhältnisse berechnen, die immerhin noch ziemlich gut mit dem des Harmotoms übereinstimmen.

So erhält man, wenn man noch den Winkel von der Basis zum Klinodoma = 45° hinzunimmt, aus folgenden Messungen:

	nach Levy,	nach Marignac,	nach Miller.
$m : m$	= 62° 30′	59° 54′	60° 42′
$m : c$	61° 45′	60° 40′	60° 21′

*) Auf den Figuren ist die horizontale Streifung der Basis der Uebersichtlichkeit halber weggelassen.

Digitized by Google

die Werthe:

	nach Levy,	nach Marignac,	nach Miller.
β	$= 56^0\ 23'$	$55^0\ 34'$	$55^0\ 4'$

(für Harmotom ist $\beta = 55^0\ 10'$.)

$a : b. : c =$	
nach Levy	0,7282 : 1 : 1,2009
nach Marignac	0,6991 : 1 : 1,2124
nach Miller	0,7146 : 1 : 1,2205
(Harmotom	0,7031 : 1 : 1,2310).

Dieser Berechnung habe ich den Winkel von Basis zu Klinodoma gleich 45^0 zu Grunde gelegt, obgleich ich mich durch genau übereinstimmende Messungen*) an 3 Niddaer Krystallen davon überzeugte, dass er um 10' davon abweicht. Denn da man nicht entscheiden kann, welche der beiden diagonalen Verwachsungsflächen die wirkliche Zwillingsebene ist, so muss es zunächst noch fraglich bleiben, ob die obere Kante des Doma's $89^0\ 10'$ oder $90^0\ 20'$ beträgt. Bei der grossen Differenz der anderen Winkel ist übrigens dieser kleine Unterschied auch ganz ohne Einfluss.

Zur eigentlichen optischen Untersuchung wählte ich, wie bereits angedeutet, den Phillipsit von Nidda, da dessen Krystalle ziemlich gross und klar sind und tief einspringende Rinnen zeigen, so dass man leicht Theile erhalten kann, die nur Zwillinge nach dem ersten Gesetz sind. Die hierzu verwandten Krystalle sind z. Th. aus der Strassburger Universitätsmineraliensammlung entnommen, theils sind sie aus dem Material ausgesucht worden, welches mir Herr Professor Dr. Streng zum Zweck der chemischen Analyse gütigst übersandt hatte.

An den hieraus hergestellten Platten beobachtete ich folgendes:

1) Von einem Vierling wurden drei Viertel weggeschliffen, so dass nur noch ein Kreuzarm übrig blieb. Dieser zeigte sich in seiner optischen Orientirung ganz einheitlich (frei von Spannungserscheinungen).

Wenn man die Platte mit der cFläche auflegte, so trat unter dem Mikroskop zwischen gekreuzten Nicols das Maximum der Dunkelheit ein, wenn die Kante mit b der Schwingungsrichtung eines Nicols parallel war. Meine Messungen ergaben im Mittel eine Abweichung von 10', es fällt dieselbe jedoch in die Grenzen des möglichen Ablesungsfehlers.

2) Ich schliff sodann mehrere Platten nach b, so dass zwei Arme des Kreuzes wegfielen und nur der mittlere Theil und der Rand stehen blieben. Hierbei fand ich — unter dem Mikroskop bei homogenem Lichte und gekreuzten Nicols — fast immer Spannungserscheinungen, ähnlich den oben beim Harmotom erwähnten, wenn auch viel schwächer.

*) In dieser Zone fallen die oben angegebenen Fehlerquellen weg.

Digitized by Google

Die Auslöschungsrichtung war demnach nicht ganz genau einstellbar und auch an verschiedenen Stellen etwas abweichend.

Ich fand den Winkel zwischen den optischen Axenebenen zweier Zwillingslamellen für Natriumlicht an verschiedenen Punkten der Platte *a* zu:

$20^0\,58'$, $22^0\,2'$, $21^0\,15'$, $21^0\,0'$;

in einer Platte *b* fand ich:

$23^0\,52'$, $23^0\,56'$, $24^0\,34'$.

Für Lithiumlicht erhielt ich bei *a*:

$17^0\,57'$, $20^0\,49'$, $21^0\,54'$;

bei *b*: $23^0\,19'$.

Die letzte Messung ist genau an derselben Stelle gemacht, die für Natriumlicht $24^0\,34'$ ergab. Die Differenz für beide Lichtarten ist also $1^0\,15'$. In einer anderen Platte, welche, soweit sie erhalten war, nur einem einfachen Krystall angehörte, und deren Ränder etwas abgeschliffen waren, so dass sie mir keine absoluten, sondern nur relative Messungen erlaubte, fand ich diese Dispersion $= 1^0\,1'$. Ich führe dies Resultat deshalb mit hier auf, weil die betreffende Platte völlig frei von Spannungserscheinungen war.

3) An einem wie in 1 erhaltenen Kreuzarm wurden noch zwei Flächen senkrecht zu *b* und *c* angeschliffen und durch diese der spitze ($2H_a = 94^0$), durch die Flächen *b* der stumpfe optische Axenwinkel ($2H_0 = 130^0$) in Oel approximativ bestimmt; der wahre Axenwinkel ergab sich daraus zu ungefähr 64^0.

Aus vorstehenden Messungen geht hervor, dass die optische Axenebene zwar auf der Fläche *b* senkrecht steht, aber nicht mit *c* zusammenfällt, sondern dagegen um etwa 10^0 geneigt ist, und zwar für Gelb stärker als für Roth.

Demnach ist der Phillipsit monosymmetrisch und zwar muss er in der von Streng vorgeschlagenen Weise gestellt werden. Dann ist also *b* die Symmetrieebene und in derselben liegt die erste Mittellinie.

Nachdem ich diese krystallographischen Untersuchungen schon völlig abgeschlossen und auch den chemischen Theil der Arbeit fast vollendet hatte, erschien die Abhandlung Trippke's »Beiträge zur Kenntniss der schlesischen Basalte und ihrer Mineralien«*). Durch die darin angegebene optische Untersuchung des Phillipsits von Sirgwitz kommt der Verfasser im Wesentlichen zu ganz denselben Resultaten, wie ich, nur findet er den Winkel zwischen der optischen Axenebene und der Basis etwa doppelt so gross, als ich ihn gemessen habe.

Dass bei diesem Mineral grosse Schwankungen in der Lage der opti-

*) Inauguraldissertation, Breslau; auch Zeitschrift d. deutschen geologischen Gesellschaft 1878 und Neues Jahrbuch für Mineralogie 1878. (Ref. ü. dieselbe s. am Schluss d. Heftes. — D. Red.)

Digitized by Google

schen Axenebene vorkommen, wird auch noch dadurch bestätigt, dass von Lasaulx*) dieselbe beim Desmin noch weit weniger gegen die Basis geneigt fand, denn, wie am Schluss gezeigt werden wird, ist der Desmin im Wesentlichen identisch mit dem Phillipsit. Ob sich ein Zusammenhang zwischen diesen Schwankungen und denen der chemischen Zusammensetzung finden lässt, kann man bis jetzt noch nicht entscheiden.

Trippke hat bei seinen Schliffen ausser den von mir angegebenen Theilen noch solche Sectoren beobachtet, die sich durch die Annahme, die kreuzförmigen Krystalle seien nur Vierlinge, nicht erklären lassen, deshalb deutet er sie als Theile von zwei anderen Vierlingen, die mit dem Hauptkrystall nach dem Prisma verwachsen seien. Ich habe nie so regelmässige Theile in meinen Schliffen erkennen können, dass ich auch beim Niddaer Phillipsit eine derartige Zwölflingsverwachsung annehmen dürfte. Ich möchte jedoch nicht unerwähnt lassen, dass eine unverkennbare Analogie herrscht zwischen den Erscheinungen am Harmotom, die Baumhauer durch Spannung erklärt, und den von Trippke beschriebenem Aussehen seiner Schliffe senkrecht zur Längsrichtung des Vierlingskrystalls. Möglicherweise ergiebt sich bei weiterer Untersuchung der Sache, dass man in beiden Fällen die gleichen Verhältnisse hat.

Insofern stimmen wenigstens alle Untersuchungen überein, dass man für den Phillipsit die Streng'sche monokline Stellung annehmen muss; hierdurch wird er in krystallographischer Beziehung vollkommen isomorph mit dem Harmotom und dem Desmin.

II.

Chemischer Theil.

Nach den Untersuchungen des ersten Theiles liegt kein krystallographischer Grund mehr vor, welcher verhindert, den Phillipsit als isomorph mit dem Harmotom zu betrachten, es ist nun die Frage, ob auch in chemischer Hinsicht ein solcher nicht vorhanden sei.

Die vielfachen Analysen von Phillipsit, die früher ausgeführt wurden, um dies zu entscheiden, zeigen aber keine genügende Uebereinstimmung unter einander, um daraus mit Sicherheit eine Formel berechnen zu können, noch weniger aber stimmen die Werthe auf eine dem Harmotom analoge Zusammensetzung.

Trotzdem hat es nie an Stimmen gefehlt, die den Isomorphismus der beiden Kreuzsteine aufrecht zu erhalten suchten. Den Analysen warf man vor, dass sie zum Theil nicht mit reinem und unverwittertem Materiale

*) D. Zeitschr. 2, 379.

Digitized by Google

ausgeführt seien, und bezweifelte auch namentlich bei den älteren die Zuverlässigkeit der Methoden. Man erwartete, dass eine erneute Untersuchung eine dem Harmotom analoge Formel ergeben werde.

In dem folgenden, hauptsächlichsten Theil dieser Arbeit habe ich es versucht, durch Untersuchung von möglichst reinem Material von verschiedenen Fundorten, diese Frage zu lösen.

A. Methode der Analysen.

Das zu untersuchende Material wurde stets mit grosser Sorgfalt durch mechanisches Ablösen und Aussuchen von allen fremden Gesteinstheilen möglichst vollständig befreit, hierauf — da ich im Laufe der Arbeit bemerkte, dass man namentlich Carbonate dennoch leicht übersehen kann — auf einen Gehalt an solchen geprüft und, wenn nöthig, mit Essigsäure ausgezogen.

Von diesen ganz reinen Krystallen bestimmte ich zunächst mit Hülfe eines kleinen Pyknometers das specifische Gewicht, dann zerrieb ich dieselben zu feinem Pulver. Ein Theilchen hiervon übergoss ich mit heisser Salzsäure, um mich nochmals von der Abwesenheit kohlensaurer Salze zu überzeugen, dampfte dann auf dem Wasserbade zur Trockne und prüfte spectralanalytisch. Den grössten Theil des Pulvers verwandte ich zur eigentlichen Analyse, einen kleineren zur Wasserbestimmung.

Bei der Wahl der Trennungs- und Bestimmungsmethoden richtete ich mein Augenmerk hauptsächlich darauf, die Isolirung der einzelnen Bestandtheile mit möglichst kleinen Reagentienmengen zu bewirken, denn selbst bei aller Sorgfalt*) lassen sich die letzteren nicht so rein erhalten, dass nicht durch Anwendung in grossem Ueberschuss immerhin merkliche Quantitäten von Verunreinigungen zugeführt werden. Ich zog es daher vor, lieber auch nicht ganz reine Niederschläge zu wägen und dann die kleinen Beimengungen zurückzubestimmen, als in der Hauptportion, in der ich zuletzt noch die Alkalien bestimmen und trennen wollte, eine unnöthige Menge von Reagentien anzuhäufen.

Von diesem Gesichtspunkte aus wird man die kleinen Abweichungen

*) Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass ich alle zur Anwendung kommenden Substanzen sorgfältig auf ihre Reinheit prüfte und eben hierbei überzeugte ich mich, wie schwer dieselben strengeren Anforderungen genügen. So konnte ich z. B. nur durch Umkrystallisiren ein Platinchlorid erhalten, das nach dem Reduciren an Salzsäure nichts Wägbares mehr abgab. — Wo mir die Reindarstellung gar nicht möglich war, bestimmte ich die Verunreinigungen und arbeitete mit gewogenen Mengen, so musste ich z. B. den beim Verdampfen bleibenden Rückstand meines Fluorammoniums ermitteln.

Digitized by Google

des von mir gewählten Analysenganges von dem gewöhnlichen erklärlich finden; ich verfuhr nämlich folgendermaassen*).

Die Substanz wurde bei 100° getrocknet, gewogen, in einer grossen Platinschale mit Salzsäure übergossen und auf dem Wasserbade völlig zur Trockne verdampft, dann wurde noch zweimal Wasser zugesetzt und wieder zur Trockne gebracht.

Nun setzte ich Salzsäure zu, verdünnte, filtrirte die Kieselsäure**) (1) ab und wog sie.

Die Kieselsäure wurde, um ihre Reinheit zu constatiren, mit Fluorammonium und Schwefelsäure verflüchtigt. Nur in einem Falle wandte ich statt dessen die Behandlung mit einer heissen Lösung von kohlensaurem Natron an. (S. Phillipsit von der Limburg im Kaiserstuhl.) Eine irgend erhebliche Verunreinigung war niemals vorhanden.

Die von der Kieselsäure (1) abfiltrirte Flüssigkeit wurde in einer grossen Platinschale concentrirt, mit Ammon bis zum Vorwalten versetzt und längere Zeit auf dem Wasserbade erwärmt. Die noch eben ammoniakalische Flüssigkeit wurde decantirt und filtrirt. Das Filtrat ergab beim starken Eindampfen in einer Platinschale stets nochmals eine geringe Thonerdeausscheidung, die auf einem besonderen Filterchen gesammelt und mit dem Hauptniederschlage vereinigt wurde.

Diese, noch unreine Thonerde (2) wurde geglüht und gewogen, darauf wieder durch 2 bis 3maliges Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Kali aufgeschlossen und mit Wasser und etwas Salzsäure gelöst. Der Rest, welcher hierbei zurückblieb, war fast immer reine Kieselsäure (3), nur einmal verflüchtigte sich nicht Alles mit Fluorammonium und Schwefelsäure. Ich schloss den Rückstand mit kohlensaurem Natron auf und erhielt aus dem in Wasser unlöslichen Theil der Schmelze mit Schwefelsäure eine kleine Barytfällung (4). Das von der Kieselsäure (3) getrennte Filtrat wurde in einer Platinschale stark concentrirt und mit reinem Aetzkali im Ueberschuss versetzt. Nun wurde einige Zeit unter Umrühren zum Sieden erhitzt, auch noch etwas kohlensaures Natron zugefügt und nach kurzem Stehen filtrirt. Der Niederschlag (5) enthielt alles Eisen, die von der Thonerde bei der Ammonfällung mit niedergerissenen kleinen Mengen von Kalk und Magnesia und ein wenig Thonerde. Er wurde in Salzsäure gelöst und mit Ammon Eisen und Thonerde (6) gefällt; diesen Niederschlag löste ich wieder in

*) Zur Erleichterung der Uebersicht habe ich die einzelnen Niederschläge fortlaufend numerirt.

**) Die Kieselsäure schied sich nur bei dem Phillipsit von Aci Castello gelatinös, sonst pulverig ab. Woher dieser Unterschied kommt, ist bis jetzt noch unerklärt, keinenfalls aber darf man, wie es vielfach geschieht, das Gelatiniren, welches Gmelin zuerst am Phillipsit vom Stempel bei Marburg beobachtete (Leonhard, Zeitschr. für Mineralogie, 19 I. 1.), als eine allen Phillipsiten zukommende Eigenschaft betrachten.

Digitized by Google

Salzsäure, fügte Weinsäure und überschüssiges Ammon zu und fällte mit Schwefelammonium das Eisen (7) aus, das ich als Oxyd wog.

Das Filtrat der kleinen Ammonfällung (6) wurde mit oxalsaurem Ammon versetzt und der kleine Kalkniederschlag als Aetzkalk (8) bestimmt. Das Filtrat dampfte ich in einer Platinschale völlig zur Trockne ein, glühte die Ammonsalze weg, löste den Rückstand wieder, fällte dann mit phosphorsaurem Natron-Ammon und Ammon, löste zur Trennung von mit niedergefallener phosphorsaurer Thonerde in Essigsäure, filtrirte und fällte mit Ammon und phosphorsaurem Natron-Ammon die Magnesia aus und wog als pyrophosphorsaure Magnesia (9).

Die in 3, 4, 7, 8 und 9 bestimmten Körper wurden als Oxyde von der rohen Thonerde (2) abgezogen und den betreffenden Hauptmengen zugezählt; den Rest brachte ich als reine Thonerde in Rechnung. Eine directe Bestimmung der Thonerde unternahm ich nicht, weil sie trotz ihrer Einfachheit keine grössere Genauigkeit und Controle geboten haben würde, denn die Reagentien, namentlich Kali und Ammoniak, führen ja doch sicher eine recht merkliche Thonerdemenge zu.

Aus der von der ersten Ammonfällung (2) abfiltrirten Hauptflüssigkeit wurde mit oxalsaurem Ammon unter Zusatz von etwas kohlensaurem Ammon der Kalk nebst kleinen Baryt- und Strontianmengen ausgefällt und als Aetzkalk (10) gewogen. Ein kleines Theilchen hiervon prüfte ich spectralanalytisch auf Baryum und Strontium. Waren beide vorhanden, so nahm ich den Niederschlag mit wenig Salzsäure auf und versetzte diese Lösung mit schwefelsaurem Ammon, um den Kalk zu entfernen. War nur Baryum (11) zu erkennen, so fällte ich aus der verdünnten salzsauren Lösung dasselbe direct mit Schwefelsäure.

Das Filtrat von (10) wurde eingedampft, die Ammonsalze durch Glühen entfernt, der Rückstand in ganz verdünnter Salzsäure gelöst, ziemlich stark concentrirt und mit Ammon noch eine ganz kleine Thonerdemenge (12) ausgefällt.

Die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit dampfte ich ein und wog die rohen Chloralkalien (13). Dann löste ich sie wieder und setzte Platinchlorid zu, dampfte auf dem Wasserbade fast völlig ein, versetzte mit Weingeist, und trennte so Kalium und Natrium. Das Kaliumplatinchlorid wurde in einer Platinschale bei 130° getrocknet und gewogen (14). Das alkoholische Filtrat wurde eingedampft und im Wasserstoffstrome gelinde geglüht, der Rückstand mit verdünnter Salzsäure ausgelaugt und die Lösung zur Trockne verdampft. Ich erhielt so das rohe Chlornatrium (15). Dieses wurde nach dem Wägen wieder in verdünnter Salzsäure gelöst und daraus mit Schwefelsäure eventuell noch etwas Baryt gefällt (16). Aus dem Filtrat schlug oxalsaures Ammon manchmal noch eine Spur Kalk (17) nieder und in der davon getrennten Flüssigkeit bestimmte ich nach dem Eindampfen, Ver-

Digitized by Google

jagen der Ammonsalze und Wiederauflösen die stets sehr geringe Hauptmenge der Magnesia (18) durch Fällung mit phosphorsaurem Natron-Ammon und Ammon. Auch hier löste ich wie bei 9 nochmals in Essigsäure, filtrirte und fällte wieder aus, um völlig gegen beigemengte phosphorsaure Thonerde geschützt zu sein.

Die in 16, 17 und 18 erhaltenen Niederschläge wurden als Chloride*) von dem rohen Chlornatrium abgezogen.

Auch bei der Harmotomanalyse wich ich von diesem Gange kaum ab, um mir nicht die Alkalibestimmung durch die Anwesenheit von Schwefelsäure zu erschweren. Ich musste natürlich bei der Fällung des Niederschlages (10) hauptsächlich kohlensaures Ammon verwenden. Ich wog dann den kohlensauren Baryt, der noch Strontian und Kalk hätte enthalten können, als solchen, löste in Salzsäure und fällte mit Schwefelsäure.

Den Niederschlag behandelte ich auf dem Filter mit kohlensaurem Ammon, wusch mit ganz verdünnter Salzsäure und Wasser und wog wieder. Da dieses Gewicht auf die als kohlensauren Baryt gewogene Menge stimmte, so war Kalk und Strontian nur in unwägbarer Menge vorhanden gewesen. Natürlich erhielt ich auch aus dem unreinen Chlornatrium noch eine kleine Menge Baryt.

Um gewiss zu sein, dass kein Chlorbaryum, das ja in Alkohol schwerlöslich ist, beim Kaliumplatinchlorid sei**), nahm ich dieses mit heissem Wasser auf und setzte Schwefelsäure zu. Da beim Harmotom kein Niederschlag entstand, so konnte ich mich um so mehr beruhigen, diese Methode auch bei den Phillipsiten angewandt zu haben.

B. Resultate der Analysen.

Da die älteren Analytiker zum Theil lufttrockene Substanz, zum Theil bei 100° getrocknete und zum Theil solche angewandt haben, die mehrere Tage im Vacuum oder über Schwefelsäure gestanden hatte, so habe ich zur leichteren Vergleichung alle meine Resultate sowohl auf lufttrocknes, als auch auf bei 100° getrocknetes Material berechnet.

1. Der Phillipsit von Aci Castello in Sicilien.

Zu Aci Castello kommen in den Hohlräumen einer doleritischen Lava neben Herschelit kugelige Aggregate von Phillipsit vor, deren nach aussen

*) Obgleich ja hierin eine kleine Ungenauigkeit liegt, denn es bilden sich auch zum Theil Oxyde, so schien mir dieses Verfahren, bei den vorliegenden kleinen Mengen immer noch zweckmässiger, als eine Trennung von Phosphorsäure und Alkalien, zu der ich durch vorheriges Ausfällen der Magnesia gezwungen worden wäre.

**) Dies kann nur vorkommen, wenn nicht hinreichend $PtCl_4$ vorhanden ist, um alles $BaCl_2$ in ein Platindoppelsalz überzuführen.

Digitized by Google

gerichtete Krystallspitzen sich deutlich erkennen, ja sogar (annähernd) messen lassen. Die Kugeln bestehen aus farblosen, durchsichtigen Krystallen, die — meist um eine trübere nicht so deutlich faserige Partie — radial gruppirt sind. Es findet jedoch ein ganz allmäliger Uebergang von den Krystallen zu dem dichteren Kerne statt.

Beim Behandeln einer kleinen Probe mit Salzsäure fand ich eine ganz geringe Kohlensäureentwicklung. Die mit Essigsäure ausgezogenen Krystalle hatten bei 19° ein specifisches Gewicht von 2,140. Bei der Zersetzung mit Salzsäure bildet die ganze Masse eine zusammenhängende Gallerte. Die spectralanalytische Prüfung eines Theilchens ergab die Anwesenheit von Natrium, Kalium und Calcium.

Bei der quantitativen Analyse erhielt ich folgende Resultate:

I. 1,8399 Gr. lufttrockne = 1,7725 Gr. bei 100° getrocknete Substanz lieferten: 0,8628 Gr. Kieselsäure, 0,3944 Gr. Thonerde, 0,0039 Gr. Eisenoxyd, 0,0669 Gr. Kalk (hierin liessen sich spectralanalytisch Baryt und Strontian nachweisen, doch konnten keine wägbaren Mengen abgeschieden werden), 0,0040 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia = 0,0014 Gr. Magnesia, 0,2540 Gr. Kaliumplatinchlorid = 0,0490 Gr. Kali, 0,2478 Gr. Chlornatrium = 0,1313 Gr. Natron.

II. 1,3462 Gr. lufttrockne oder 1,2970 Gr. bei 100° getrocknete Substanz lieferten 0,2872 Gr. Thonerde, 0,0014 Gr. Eisenoxyd, 0,0484 Gr. Kalk, 0,0024 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia = 0,0009 Gr. Magnesia.

III. 0,9667 Gr. lufttrockene = 0,9313 Gr. bei 100° getrocknete Substanz verloren bei Hellrothgluth 0,1767 Gr. resp. 0,1413 Gr. Wasser. Hieraus berechnet sich die procentische Zusammensetzung:

a) für lufttrockene Substanz:

	I.	II.	Mittel:
Kieselsäure	46,89	—	46,89
Thonerde	21,44	21,33	21,38
Eisenoxyd*)	0,21	0,10	0,15
Kalk	3,64	3,60	3,62
Magnesia	0,08	0,07	0,07
Kali	2,66	—	2,66
Natron	7,14	—	7,14
Wasser (III)	18,28	—	18,28
	100,34		100,19

*) Die bei allen Analysen wiederkehrende mangelhafte Uebereinstimmung des Eisens möchte ich zum Theil dem ungleichmässigen Material, das ja stets noch Spuren eisenreichen Gesteins enthielt, theils der etwas complicirten Abscheidung dieses Bestandtheiles zuschreiben, doch hielt ich bei der überhaupt so geringen Menge directe Bestimmungen in grösseren Substanzmengen für unnöthig.

Digitized by Google

b) bei 100° getrocknete Substanz:

	I.	II.	Mittel:	Sartorius v. Waltershausen*):	
Kieselsäure	48,67	—	48,67	48,53	
Thonerde	22,25	22,14	22,20	19,88	22,52
Eisenoxyd	0,22	0,11	0,16	2,64	
Kalk	3,77	3,73	3,75	2,92	
Magnesia	0,07	0,07	0,07	1,60	
Kali	2,76	—	2,76	3,82	
Natron	7,47	—	7,47	6,18	
Wasser (III)	15,17	—	15,17	14,76	
	100,38		100,25	100,33	

Hieraus folgen die Verhältnisse: $\overset{II}{R} : \overset{III}{R_2} : Si : H_2$

für lufttrockene Substanz	1,10 :	1	: 3,75 :	4,88
für bei 100° getrocknete	-	-	-	3,88
Sartorius von Waltershausen	1,07 :	1	: 3,86 :	3,91

Wie man sieht, stimmt zwar die ältere Analyse von demselben Fundorte, die ich zur Vergleichung angeführt habe, nicht sehr gut mit der meinen überein, allein von einer gänzlichen Verwerfung oder wesentlichen Berichtigung ist doch gar keine Rede; ausserdem aber muss man berücksichtigen, dass auch an sehr nahe gelegenen Fundorten die Zusammensetzung des Phillipsits manchmal ziemlich stark differirt. S. S. 57.

2. Der Phillipsit von Nidda in Hessen.

Diese Varietät, die ich der Güte des Herrn Professor Dr. Streng in Giessen verdanke, kommt in den Blasenräumen eines Basaltmandelsteines neben einem sehr klaren Chabasit in ziemlich grossen Krystallen vor, die sich noch besser als durch die Form, durch ihre schwach gelbliche Farbe und ihre stets faserige Structur von jenem unterscheiden und deshalb ziemlich leicht rein auszulesen sind.

Das specifische Gewicht ergab sich bei 20° zu 2,160.

Die gelblichen Krystalle gaben, zerrieben, ein rein weisses Pulver, welches beim Uebergiessen mit Salzsäure nicht brauste und sich leicht unter Abscheidung von pulveriger Kieselsäure aufschloss.

Die spectralanalytische Prüfung ergab: Natrium, Kalium und Calcium.

Bei der quantitativen Analyse bekam ich aus:

I. 1,5376 Gr. lufttrockenem = 1,5044 Gr. bei 100° getrocknetem Phillipsit: 0,7342 Gr. Kieselsäure, 0,3278 Gr. Thonerde, 0,0030 Gr. Eisenoxyd, 0,1244 Gr. Kalk (mit dem Spectralapparat konnte ich darin Spuren

*) Sartorius von Waltershausen, Die vulkanischen Gesteine in Sicilien und Island S. 264.

Digitized by Google

von Baryt und Strontian nachweisen), 0,4347 Gr. Kaliumplatinchlorid = 0,0839 Gr. Kali, 0,0187 Gr. Chlornatrium = 0,0099 Gr. Natron.

II. 1,4491 Gr. lufttrockenem = 1,4178 Gr. bei 100° getrocknetem Pulver: 0,6890 Gr. Kieselsäure, 0,3070 Gr. Thonerde, 0,0044 Gr. Eisenoxyd, 0,1161 Gr. Kalk, 0,4018 Gr. Kaliumplatinchlorid = 0,0839 Gr. Kali, 0,0173 Gr. Chlornatrium = 0,0092 Gr. Natron.

III. 0,7326 Gr. lufttrockene = 0,7168 Gr. bei 100° getrocknete Substanz ergaben einen Glühverlust von 0,1249 Gr. resp. 0,1091 Gr. Was einem Wassergehalt von 17,05% resp. 15,22% entspricht.

IV. 1,1001 Gr. lufttrockene = 1,0822 Gr. bei 100° getrocknete Substanz verloren bei Hellrothgluth 0,1834 Gr. resp. 0,1595 Gr. = 16,58 resp. 14,74 % Wasser.

Zusammenstellung nach dem Procentgehalt

a) lufttrockene Substanz.

	I.	II.	Mittel	Ettling*)
Kieselsäure	47,75	47,55	47,65	48,13
Thonerde	21,32	21,19	21,26	21,41
Eisenoxyd	0,20	0,10	0,15	
Kalk	8,09	8,01	8,05	8,21
Kali	5,46	5,36	5,41	5,20
Natron	0,64	0,63	0,64	0,70
Wasser (Mittel v. III u. IV)	16,81	16,81	16,81	16,78
	100,27	99,65	99,96	100,43

b) bei 100° getrocknete Substanz

	I.	II.	Mittel.
Kieselsäure	48,80	48,60	48,70
Thonerde	21,79	21,65	21,72
Eisenoxyd	0,20	0,10	0,15
Kalk	8,27	8,19	8,23
Kali	5,58	5,47	5,52
Natron	0,65	0,65	0,65
Wasser (Mittel v. III u. IV)	14,98	14,98	14,98
	100,27	99,64	99,95

Hieraus folgen die Verhältnisse:

	$\overset{II}{R}$	:	$\overset{III}{R_2}$	:	Si	:	H_2
lufttrocken	1,09	:	1	:	3,84	:	4,51
bei 100° getrocknet	-	:	-	:	-	:	3,95
Ettling	1,02	:	1	:	3,85	:	4,48.

Die schon vor längerer Zeit ausgeführte Analyse von Ettling, die

*) Neues Jahrbuch für Mineralogie 1874 S. 572.

Digitized by Google

aber erst in der mehrfach erwähnten Arbeit von Streng publicirt ist, stimmt also sehr gut mit den meinigen überein.

3. Der Phillipsit von Annerode bei Giessen.

An der sogenannten Platte dicht bei Annerode findet sich neben kleinen Chabasiten in den Blasenräumen eines zersetzten Basaltmandelsteines ein Phillipsit, der in seinem äusseren Habitus mit dem von der Limburg im Kaiserstuhl (s. S. 58) ganz und gar übereinstimmt. Die kleinen Krystalle sind meist trübe und weiss, manchmal jedoch auch ganz glasglänzend und durchsichtig, dann aber auch häufig mehr oder weniger gelb gefärbt.

Herr Professor Knop in Karlsruhe, der schon vor längerer Zeit eine wenn auch nicht grosse Menge sehr schönen, klaren, etwas gelblichen Materials von dort gesammelt hatte, war so gütig dieselbe Herrn Professor Groth zum Zwecke dieser Arbeit zu überlassen.

Das specifische Gewicht der Kryställchen fand ich bei 21° zu 2,152. Mit heisser Salzsäure zeigte sich keine Spur von Kohlensäureentwicklung.

Bei spectralanalytischer Prüfung liess sich Natrium, Kalium und Calcium erkennen.

Das Material reichte nur für eine Analyse (I) aus, dieselbe ergab:

Aus 1,0010 Gr. lufttrockener = 0,9568 Gr. bei 100° getrockneter Substanz erhielt ich:

0,5177 Gr. Kieselsäure, 0,1897 Gr. Thonerde, 0,0053 Gr. Eisenoxyd, 0,0520 Gr. Kalk, 0,0205 Gr. schwefelsauren Baryt = 0,0134 Gr. Baryt, 0,0032 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia = 0,0011 Gr. Magnesia, 0,2294 Gr. Kaliumplatinchlorid entsprechend 0,0443 Gr. Kali, 0,0181 Gr. Chlornatrium = 0,0096 Gr. Natron.

0,5927 Gr. lufttrockener = 0,5665 Gr. bei 100° getrockneter Substanz enthielten 0,1007 Gr., resp. 0,0745 Gr. Wasser.

Zur Controle führte ich eine zweite Analyse aus mit Material, welches mir die Herren Professor Streng und Dr. Niess gütigst übersandt hatten. Dasselbe war ganz schneeweiss, also ziemlich trübe und musste wegen des Zusammenvorkommens mit winzigen Chabasiten ausserordentlich sorgfältig ausgesucht werden.

Die Vergleichung der einzelnen Bestimmungen lässt erkennen, dass das untersuchte Material nicht ganz identisch mit dem ersten war. Es sind deshalb auch keine Mittelwerthe berechnet worden, sondern die beiden Analysen sind ganz getrennt aufgeführt.

Bei der Analyse II bekam ich: aus 1,0069 Gr. lufttrockner = 0,9758 Gr. bei 100° getrockneter Substanz: 0,5199 Gr. Kieselsäure, 01943 Gr. Thonerde, 0,0024 Gr. Eisenoxyd, 0,0708 Gr. Kalk, 0,0005 Gr. schwefelsauren Baryt = 0,0003 Gr. Baryt, 0,0044 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia

Digitized by Google

= 0,0015 Gr. Magnesia, 0,2058 Gr. Kaliumplatinchlorid = 0,0397 Gr. Kali, 0,0099 Gr. Chlornatrium = 0,0053 Gr. Natron.

0,4754 Gr. lufttrockener = 0,4607 Gr. bei 100° getrockneter Substanz verloren beim Erhitzen auf Hellrothgluth 0,0838 Gr. resp. 0,0691 Gr. Wasser.

Auf Procente berechnet ergeben also die beiden Analysen:

	a) lufttrockne Substanz:		b) bei 100° getrocknete Substanz:	
	I	II	I	II
Kieselsäure	51,72	51,79	54,00	53,44
Thonerde	18,95	19,00	19,83	19,60
Eisenoxyd	0,53	0,24	0,55	0,24
Kalk	5,19	7,03	5,43	7,25
Baryt	1,34	0,03	1,40	0,03
Magnesia	0,11	0,15	0,12	0,15
Kali	4,41	3,94	4,63	4,06
Natron	0,96	0,52	1,00	0,53
Wasser	16,99	17,63	13,15	15,00
	100,20	100,33	100,11	100,30

Hieraus folgen die Verhältnisse:

	$\overset{I}{R} : \overset{III}{R_2} : Si : H_2$
lufttrockne Subst. I	1,02 : 1 : 4,62 : 5,05
- - II	0,98 : 1 : 4,65 : 5,28
bei 100° getrocknet I	1,02 : 1 : 4,62 : 3,80
- - - II	0,98 : 1 : 4,65 : 4,43

Wenn die beiden Analysen auch nicht in den einzelnen Bestandtheilen übereinstimmen nnd demnach keine directe gegenseitige Controle bieten, so zeigt sich doch eine gewisse Zusammengehörigkeit in dem gleichen Verhältniss von $\overset{II}{R} : \overset{III}{R_2} : Si : H_2$.

Der Phillipsit von Annerode ist schon vor längerer Zeit von Wernekink analysirt worden, hierbei wurde zuerst Kalk in einem Kreuzsteine entdeckt.

Seine anfangs*) veröffentlichte Analyse habe ich unter Ia aufgeführt, er hatte jedoch hierbei den Kaligehalt ganz übersehen und berechnete später**), als er von Gmelin hierauf aufmerksam gemacht wurde, aus seinen

*) Gilbert's Annalen der Physik 76, 471.

**) v. Leonhard, Zeitschrift für Mineralogie 19 II S. 25.

Digitized by Google

ersten Resultaten die unter Ib angeführten Zahlen; zugleich veröffentlichte er die Analyse II.

Wernekink's Analysen des Phillipsits von Annerode:

	Ia	Ib	II
Kieselsäure	53,07	51,30	48,36
Thonerde	21,31	20,56	20,00
Eisenoxyd	0,56	0,54	0,41
Kalk	6,67	6,44	5,91
Baryt	0,39	0,37	0,46
Kali	—	(6,41)	6,41
Wasser	17,09	17,09	(17,09)
	99,09	102,71	98,64.

Diese Analysen lassen sich unter einander ebenso wenig vergleichen, als mit den meinigen, sie verdienen überhaupt, wie sich aus den beiden Abhandlungen klar ergiebt, nur wenig Zutrauen.

4. Der Phillipsit von der Limburg im Kaiserstuhl in Baden.

Das ganze Material, welches ich zur Analyse verwandte, stammte aus einem Limburgitblock, den ich dicht an der Limburg bei Saspach im Kaiserstuhl fand. Es bildete daselbst die Auskleidung der Höhlungen, die sich in diesem Gesteine massenhaft finden und sonst meist Aragonit enthalten. Neben dem Phillipsit kommt auch hier sein nie fehlender Begleiter, der Chabasit vor.

Der Phillipsit sitzt in einzelnen kleinen, aber sehr schön ausgebildeten, ganz wasserhellen Krystallen auf einer weissen Decke, die aus einem Gemenge von zusammengewachsenem Phillipsit und kohlensaurem Kalk besteht.

Trotzdem ich grade bei diesem schönen Vorkommen besonders grosse Sorgfalt anwendete, gelang es mir nicht, durch blosses mechanisches Auslesen die Substanz frei von kohlensaurem Kalk zu erhalten, denn als ich einen für rein gehaltenen Theil (1,2126 Gr.) für die Analyse mit Salzsäure aufschliessen wollte, brauste er ziemlich stark auf. Ich behandelte daher einen anderen Theil desselben Pulvers mit Essigsäure und bestimmte in der Lösung Kalk und Magnesia. Diese Werthe auf Carbonate umgerechnet und zu der nach dem Trocknen wieder gewogenen ungelösten Substanz addirt ergaben wiederum die angewandte Menge unreinen Phillipsits. Dass das Mineral selbst durch die Essigsäure nicht angegriffen worden war, ging auch aus dem gänzlichen Mangel an Thonerde in der Lösung hervor.

Digitized by Google

Durch die so bestimmten *) Correcturen war es mir möglich, die direct mit Salzsäure behandelte Substanz weiter zu analysiren. Die hierbei erhaltenen Werthe habe ich — auf reinen Phillipsit berechnet — unter II aufgeführt. Zur Analyse I verwandte ich mit Essigsäure gereinigtes Material.

Die Resultate stimmen trotz der ganz verschiedenen Ausgangssubstanz so gut überein, dass man mit Sicherheit behaupten kann, dass kein verwittertes Mineral, sondern nur ein mechanisch mit kohlensaurem Kalk gemischter Phillipsit vorlag.

Da der Kieselsäuregehalt ein beträchtlich höherer war, als in allen älteren Phillipsitanalysen, so hätte man leicht vermuthen können, dass Quarz beigemengt sei, da ja auch der kohlensaure Kalk anfangs übersehen worden war. Es war zwar dieser Einwand schon dadurch im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass beide mit ungleichem Material ausgeführte Analysen fast absolut übereinstimmten. Um aber sicher zu beweisen, dass kein Quarz da sei, prüfte ich die Kieselsäure in Analyse I nicht mit Fluorammonium und Schwefelsäure auf ihre Reinheit, sondern ich kochte mit einer Lösung von kohlensaurem Natron. Da sich hierbei Alles löste, so war eine Verunreinigung durch Quarz unmöglich.

Die mit Essigsäure ausgezogenen Krystalle hatten bei 21° ein specifisches Gewicht von 2,150. Beim Aufschliessen mit Salzsäure schied sich die Kieselsäure pulvrig ab. Die Spectralanalyse ergab: Natrium, Kalium und Calcium. Bei der quantitativen Analyse fand ich folgende Werthe:

I. 0,9993 Gr. lufttrockner = 0,9573 Gr. bei 100° getrockneter Phillipsit lieferten:

0,5163 Gr. Kieselsäure, 0,1832 Gr. Thonerde, 0,0019 Gr. Eisenoxyd, 0,0576 Gr. Kalk und Baryt, 0,0138 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia = 0,0050 Gr. Magnesia, 0,2396 Gr. Kaliumplatinchlorid = 0,0463 Gr. Kali, 0,0180 Gr. Chlornatrium = 0,0095 Gr. Natron.

II. 1,1475 Gr. lufttrockner = 1,0992 Gr. bei 100° getrockneter Phillipsit ergaben:

0,5931 Gr. Kieselsäure, 0,2066 Gr. Thonerde, 0,0034 Gr. Eisenoxyd, 0,0660 Gr. Kalk **) und Baryt, 0,0012 Gr. Magnesia **), 0,2800 Gr. Kaliumplatinchlorid = 0,0541 Gr. Kali, 0,0201 Gr. Chlornatrium = 0,0107 Gr.

*) 1,1410 Gr. bei 100° getrockneter unreiner Phillipsit enthielt:

1) in Essigsäure löslich:

0,0578 Gr. Kalk	= 0,1032 Gr.	$CaCO_3$
0,0014 Gr. Magnesia	= 0,0029 Gr.	$MgCO_3$

2) in Essigsäure unlöslichen, bei 100° getrockneten, reinen Phillipsit 1,0844 Gr.

1,1405 Gr.

Die zur Analyse II verwandten 1,2126 Gr. unreinen (bei 100° getrockneten) Phillipsits enthielten also 1,0992 Gr. (bei 100° getrocknete) reine Substanz.

**) Corrigirter, nur auf reinen Phillipsit bezogener Werth.

Digitized by Google

Natron. In dem Kalk konnte ich spectralanalytisch Baryt nachweisen, allein es schien mir zu wenig um ihn in jeder Portion zu bestimmen, ich vereinigte daher die beiden Kalkniederschläge: Aus 0,1795 Gr. Kalk und Baryt, entsprechend 2,0814 Gr. lufttrocknem Phillipsit, erhielt ich 0,0123 Gr. schwefelsauren Baryt, entsprechend 0,0081 Gr. Baryt.

III. 0,4733 Gr. lufttrockner = 0,4534 Gr. bei 100° getrockneter Phillipsit enthielten 0,0862 Gr. resp. 0,0663 Gr. Wasser.

Die procentische Zusammensetzung berechnet sich hieraus zu:

a) lufttrockene Substanz:

	I	II	Mittel
Kieselsäure	51,67	51,69	51,68
Thonerde	18,33	18,00	18,17
Eisenoxyd	0,19	0.30	0,24
Kalk	5,37	5,36	5,37
Baryt	(0,39	0,39)	0,39
Magnesia	0,50*)	0,10	0,30
Kali	4,63	4,71	4,67
Natron	0,95	0,93	0,94
Wasser (III)	18,21	18,21	18,21
	100,24	99,69	99,97

b) bei 100° getrocknete Substanz:

	I	II	Mittel
Kieselsäure	53,93	53,96	53,94
Thonerde	19,14	18,80	18,97
Eisenoxyd	0,20	0,31	0,26
Kalk	5,61	5,59	5,60
Baryt	(0,41	0,41)	0,41
Magnesia	0,52	0,11	0,31
Kali	4,84	4,92	4,88
Natron	0,99	0,97	0,98
Wasser (III)	14,62	14,62	14,62
	100,26	99,69	99,97

Hieraus ergiebt sich das Verhältniss:

	$\overset{II}{R}$	:	R_2	:	Si	:	H_2
a) lufttrocken	0,95	:	1	:	4,84	:	5,67
b) bei 100° getrocknet	-	:	-	:	-	:	4,37

Eine ältere Analyse von diesem Fundorte existirt nicht.

*) Da das zur Analyse I verwandte Material mit ziemlich viel Carbonaten verunreinigt war, so kann der hohe Magnesiagehalt vielleicht einer kleinen Menge kohlensaurer Magnesia zugeschrieben werden, die der Auflösung in Essigsäure entgangen war.

Digitized by Google

8. Der Harmotom von Oberstein.

Obgleich die Harmotomanalysen unter einander nur in geringem Masse differiren, so wollte ich mich doch mindestens an einem Vorkommen überzeugen, dass die allgemein angenommene Zusammensetzung des Harmotoms richtig sei und wählte dazu den bis jetzt erst einmal analysirten Harmotom aus dem Idarthale bei Oberstein an der Nahe.

Die klaren, etwa 4 mm grossen Krystalle von der gewöhnlichen Ausbildung waren auf einem grossen Kalkspathkrystall (der sich in der Strassburger Universitäts-Mineraliensammlung befindet) aufgewachsen und liessen sich von demselben leicht ablösen. Die Vierlinge zeigten jedoch fast immer in der Richtung der Zwillingsgrenzen Risse, die mit einer röthlichen oder grünlichen Masse erfüllt waren. Diese konnten nur durch Zertheilen der einzelnen Krystalle und Abkratzen entfernt werden. Nach dem Behandeln mit Essigsäure erschien der Harmotom völlig farblos und hatte ein specifisches Gewicht von 2,402 bei 21°.

Spectralanalytisch liess sich Natrium, Kalium und Baryum erkennen.

Bei der quantitativen Analyse erhielt ich aus:

I. 1,0522 Gr. lufttrocknem = 1,0298 Gr. bei 100° getrocknetem Harmotom: 0,4990 Gr. Kieselsäure, 0,1662 Gr. Thonerde, 0,0009 Gr. Eisenoxyd, 0,3042 Gr. schwefelsauren Baryt = 0,1997 Gr. Baryt (hierin liessen sich spectralanalytisch Spuren von Strontian und Kalk nachweisen, es gelang mir jedoch nicht, wägbare Mengen zu isoliren), 0,0038 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia = 0,0014 Gr. Magnesia, 0,0267 Gr. Kaliumplatinchlorid = 0,0051 Gr. Kali, 0,0339 Gr. Chlornatrium = 0,0180 Natron.

II. 0,5668 Gr. lufttrockne = 0,5547 Gr. bei 100° getrocknete Substanz enthielten 0,0858 Gr. resp. 0,0737 Gr. Wasser.

Die procentische Zusammensetzung ist demnach:

	lufttrocken	bei 100° getrocknet	Köhler
Kieselsäure	47,42	48,46	46,65
Thonerde	15,80	16,14	16,54
Eisenoxyd	0,09	0,09	
Kalk	Spur	Spur	1,10
Baryt	18,98	19,39	19,12
Magnesia	0,13	0,14	—
Kali	0,48	0,50	1,10
Natron	1,71	1,75	—
Wasser	15,14	13,29	15,25
	99,75	99,76	99,76

Hieraus folgt das Verhältniss:

	R	R_2	Si	H_2
lufttrocken	1,03	1	5,13	5,47
bei 100° getrocknet	–	–	–	4,71
Köhler	0,98	1	4,8	5,23

Digitized by Google

Die Uebereinstimmung mit Köhler's*) Analyse, wenigstens in Bezug auf den Kieselsäuregehalt wird noch etwas besser, wenn man berücksichtigt, dass der Kalk nach der Ansicht von Köhler selbst wahrscheinlich nur Verunreinigung ist. Ausserdem aber zeigt die Vergleichung der Analysen Köhler's mit denen, die andere Forscher an denselben Fundorten gemacht haben, stets bei Köhler einen höheren Thonerde- und einen niedrigeren Kieselsäurewerth, was wohl in der Methode seinen Grund haben dürfte.

6. Vergleichende Zusammenstellung meiner Analysen.

a. auf lufttrockne Substanz bezogen.

	Phillipsit von					Harmotom von Oberstein
	Aci Castello	Nidda	Annerode I	Annerode II	derLimburg	
Kieselsäure	46,89	47,65	51,72	51,79	51,68	47,42
Thonerde	21,38	21,26	18,95	19,00	18,17	15,80
Eisenoxyd	0,15	0,15	0,53	0,24	0,24	0,09
Kalk	3,62	8,05	5,19	7,03	5,36	Spur
Baryt	Spur	Spur	1,34	0,03	0,39	18,98
Magnesia	0,07	—	0,11	0,15	0,30	0,13
Kali	2,66	5,41	4,41	3,94	4,67	0,48
Natron	7,14	0,64	0,96	0,52	0,94	1,71
Wasser	18,28	16,81	16,99	17,63	18,21	15,14
	100,19	99,96	100,20	100,33	99,96	99,75
$\ddot{R} : \ddot{R}_2 : Si : H_2$	1,10:1:3,75:4,88	1,09:1:3,84:4,51	1,02:1:4,62:5,05	0,98:1:4,65:5,26	0,95:1:4,84:5,67	1,03:1:5,13:5,47
spec. Gewicht	2,140	2,160	1,152		2,150	2,402

b. auf bei 100° getrocknete Substanz bezogen.

	Phillipsit von					Harmotom von Oberstein
	Aci Castello	Nidda	Annerode I	Annerode II	derLimburg	
Kieselsäure	48,67	48,70	54,00	53,44	53,94	48,46
Thonerde	22,20	21,72	19,83	19,60	18,97	16,14
Eisenoxyd	0,16	0,15	0,55	0,24	0,26	0,09
Kalk	3,75	8,23	5,43	7,25	5,60	Spur
Baryt	Spur	Spur	1,40	0,03	0,41	19,39
Magnesia	0,07	—	0,12	0,15	0,31	0,14
Kali	2,76	5,52	4,63	4,06	4,88	0,50
Natron	7,47	0,65	1,00	0,53	0,98	1,75
Wasser	15,17	14,98	13,15	15,00	14,62	13,29
	100,25	99,95	100,14	100,30	99,97	99,76
$\ddot{R} : \ddot{R}_2 : Si : H_2$	1,10:1:3,75:3,88	1,09:1:3,84:3,95	1,02:1:4,62:3,80	0,98:1:4,65:4,43	0,95:1:4,84:4,37	1,03:1:5,13:4,71

*) Poggendorffs Annalen 87. 561.

Digitized by Google

7. Versuche über den Wassergehalt bei verschiedenen Temperaturen.

Auf Grund der Arbeit Damour's*) über den Wassergehalt der Zeolithe hat Rammelsberg**) bei einer ganzen Reihe dieser Mineralien — darunter auch beim Harmotom — einen Theil des Wassers als fester gebunden, und somit dessen Wasserstoff als Metalle vertretend angenommen.

Um ein selbständiges Urtheil über diese Verhältnisse, speciell beim Phillipsit zu gewinnen, musste ich eigene Bestimmungen des Wasserverlustes bei verschiedenen Temperaturen ausführen und zwar um so mehr, als die Damour'schen Angaben sich — wie er selbst angibt — auf verunreinigtes Material beziehen, also keinenfalls ganz richtig sein können. Ich verband diese Versuche mit der Gesammtwasserbestimmung (für Temperaturen bis zu 100° benutzte ich auch die zur Hauptanalyse bestimmten Substanzmengen), indem ich das gepulverte Mineral in einem flachen, mit einem Deckel verschliessbaren Platinschälchen im Wasser- oder Luftbade erwärmte und nach dem Wägen wieder der freien Luft aussetzte; schliesslich erhitzte ich direct über der Lampe zur dunklen, und dann zur hellen Rothgluth. Den Temperaturgrad, bei welchem der Phillipsit seine Klarheit und Gestalt verliert, bestimmte ich besonders mit einigen Krystallen jedes Vorkommens.

Ich bemerkte jedoch sehr bald, dass meine Versuche weder unter einander gut übereinstimmten, noch mit den Angaben Damour's in irgend eine Beziehung zu bringen waren. Da sich aber für alle Zeolithe, bei denen von verschiedenen Forschern derartige Bestimmungen ausgeführt worden sind, dieselben grossen Differenzen***) ergeben haben, so muss die Ursache hierfür eine gemeinsame sein. Ich glaube dieselbe darin suchen zu dürfen, dass die verschiedenen Resultate nach etwas abweichenden Methoden erhalten worden sind. Denn einestheils wäre es sonst kaum begreiflich, dass gerade Damour immer die höheren Werthe gefunden hat, anderntheils habe ich bei dem Phillipsit stets ein Schwanken des Gewichtes bei den kleinsten Schwankungen der Temperatur und des Feuchtigkeitszustandes der Luft beobachtet; und es erscheint mir nach Damour's Angaben unzweifelhaft, dass sich diese Verhältnisse durchgängig bei allen Zeolithen finden.

Ehe man daher bei derartigen Bestimmungen vergleichbare Resultate erhalten kann, muss mindestens an einem dieser Mineralien der Einfluss der äusseren Umstände genauer studirt werden. Zu einer solchen Unter-

---

*) Annales de chimie et de physique, Serie III, Bd. 53. S. 438.

**) Handbuch der Mineralchemie 2. Auflage.

***) S. Rammelsberg, Handbuch d. Mineralchemie 2. Auflage bei Stilbit, Harmotom, Chabasit (vgl. auch die unten angeführte Arbeit von Streng), Mesotyp.

Digitized by Google

suchung am Phillipsit standen mir aber die nöthigen Mengen reinen Materials nicht zur Verfügung und ich begnügte mich daher nachzuweisen, dass bei den verschiedensten Temperaturen kleine Schwankungen dieser stets merkliche Wägungsdifferenzen bewirken, und dass sich kein grösseres Temperaturintervall findet, in welchem der Wassergehalt constant bleibt.

Bei dem immerhin doch nur relativen Werth dieser Beobachtungen erschien es mir unnöthig, mit Material von jedem Vorkommen bei allen Temperaturen Bestimmungen auszuführen. Ich fand, dass immer schon durch einstündiges Erhitzen ein Punkt erreicht wird, um den herum das Gewicht schwankt, wenn man die Substanz noch länger auf derselben Temperatur erhält. An der Luft zog das noch nicht geglühte Pulver in 6—48 Stunden immer alles Wasser wieder an und zwar einen Theil so schnell, dass ich schon während des Wägens die Zunahme deutlich bemerken konnte. Selbst bei dem zur dunklen Rothgluth erhitzten Mineral beobachtete ich meist eine wenn auch nur geringe Wasseraufnahme beim Stehen an der Luft.

Ich gebe im Folgenden eine Uebersicht meiner Resultate.

I. Anführung zweier Wägungsreihen von circa 20—100°.

Phillipsit von Nidda		Phillipsit von der Limburg im Kaiserstuhl		
20°	1,5376	20°	0,6007	nach 12 St. an der Luft:
45°	1,5284		0,5907	
	1,5284	40—	0,5939	
50°	1,5275	50°	0,5899	
	1,5269		0,5939	0,6008
	1,5256	50°	0,5949	
	1,5257		0,5903	
	1,5256		0,5904	0,5999
60°	1,5224	60°	0,5883	
	1,5216		0,5853	
80°	1,5187		0,5859	
	1,5141		0,5860	0,6004
	1,5116	80°	0,5827	
	1,5109		0,5807	
100°	1,5078		0,5846	
	1,5074		0,5825	0,6007
	1,5078	100°	0,5742	
	1,5076		0,5740	0,6005

II. Vergleichende Zusammenstellung aller Versuche.

In der folgenden Tabelle habe ich als einzig gleichbleibenden Rechnungswerth die wasserfreie Substanz zu Grunde gelegt. Jede Zahl entspricht dem Mittel der Wägungen mit einer Substanzmenge. Für alle

Digitized by Google

Fälle, wo ich nicht mit dem gleichen Material auch den Gesammtwasserverlust bestimmte, habe ich den Wassergehalt bei 100° zur Berechnung mit herangezogen. Bei allen Temperaturen habe ich Schwankungen wie in I beobachtet:

An ein Gramm wasserfreie Substanz sind gebunden Gramm Wasser

bei	im Phillipsit von Aci Castello	Diff. für 100 in Milligr.	Nidda	Diff. für 100 in Milligr.	Annerode I	Diff. für 100 in Milligr.	Annerode II	Diff. für 100 in Milligr.	Kaiserstuhl	Diff. für 100 in Milligr.	im Harmotom von Oberstein	Diff. für 100 in Milligr.
etwa 200°	0,2260 0,2183 0,2197	5,6	0,1997 0,2077 0,2020 0,2064	4,1	0,2042 0,2049	6,6	0,2458	4,7	0,2187 0,2234 0,2218 0,2252	8,5	0,1806 0,1771 0,1783	1,9
300°	0,2044		0,1903 0,1931	3,9					0,2048	5,5	0,1731	
800°		5,1	0,1799	4,9					0,1883	8,5		4,0
1000°	0,1788	4,18	0,1793 0,1729	6,2	0,1544	8,1	0,1777	10,1	0,1712	9,4	0,1582	9,3
1300°	0,1494		0,1452									
1900°		5,0		6,8	0,0787		0,0868		0,0867		0,0697	
2600°	0,0645		0,0756									
dunkler Rothgluth	0,0095		0,0088		0,0059		0,0027		0,0159		0,0044	

III.

Bei etwa 150° fangen alle Phillipsite an trübe zu werden und zu zerfallen (ich fand den Punkt also grade 100° höher als ihn Damour angibt). Damit haben sie aber die Fähigkeit noch nicht verloren, das Wasser wieder aufzunehmen.

Aus diesen Beobachtungen lassen sich bestimmte Gesetzmässigkeiten wenigstens bis jetzt noch nicht ableiten, nur das scheint mir daraus ziemlich sicher hervorzugehen, dass der Wassergehalt beim Steigen der Temperatur stetig*) abnimmt, beim Sinken derselben stetig wächst, und dass sich bei jeder Temperatur ziemlich rasch das constante, nur ihr entsprechende Verhältniss von Wasser und wasserfreier Substanz herstellt.

*) Vielleicht ist bei dem Punkte, wo der Phillipsit trübe wird, eine sprungweise Aenderung; s. die Differenzspalten obiger Tabelle.

Digitized by Google

Sehr wahrscheinlich existirt auch in gleicher Weise eine Abhängigkeit von dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft.

Bei diesem merkwürdigen Verhalten erscheint es nun auch ganz natürlich, dass bei fast allen Zeolithen der Krystallwassergehalt bei gewöhnlicher Temperatur nicht genau in einem einfachen Molecularverhältniss zur wasserfreien Substanz steht.

Die von Rammelsberg angenommene Vertretung von Metall durch Wasserstoff bei vielen Zeolithen erscheint bei der grossen Unsicherheit auf diesem ganzen Gebiete vor der Hand noch sehr zweifelhaft *) und zwar um so mehr, als sich voraussichtlich für viele Schwierigkeiten, zu deren Beseitigung die Annahme gemacht wurde, eine andere Erklärung finden wird, wie weiterhin gezeigt werden soll.

C. Schlussbetrachtung.

Im ersten Theile dieser Arbeit ist die krystallographische Uebereinstimmung aller Kreuzsteine nachgewiesen worden, und ebenso ergeben sich aus den Analysen des Phillipsits von Annerode und von der Limburg im Kaiserstuhl Formeln, die der des Harmotoms völlig analog sind. Somit ist der Isomorphismus von Kalk- und Barytharmotom vollständig bewiesen und die Frage, welche diese ganze Arbeit direct veranlasste, gelöst.

Dagegen hat sich die von Manchen ausgesprochene Erwartung, es würde sich eine gemeinschaftliche Phillipsitformel finden lassen, nicht erfüllt, sondern die in den älteren Analysen vorhandenen Differenzen sind auch durch meine Resultate vollkommen bestätigt worden.

Man muss demnach entweder annehmen, dass man es mit wenigstens 3 ganz verschiedenen Mineralien zu thun hat, die rein zufällig in allen krystallographischen Eigenschaften übereinstimmen, oder man muss die Phillipsite als Mischungen zweier ungleich zusammengesetzter Verbindungen betrachten.

Der einzige frühere Versuch, in dieser letzten Art eine Beziehung zum Harmotom zu finden, war die Bemerkung Köhler's**), dass durch Zusammenkrystallisiren von 1 Molecül Phillipsit (etwa wie der von Nidda) mit 3 Molecülen Desmin eine dem Harmotom ganz entsprechende Kalkverbindung entstehen würde.

Diese sonst unbeachtet gebliebene Andeutung veranlasste mich, auch den Desmin gleichsam als kieselsäurereichste Phillipsitvarietät mit in den Kreis der nachfolgenden Betrachtung zu ziehen. Trotz der sich dabei ergebenden chemischen Beziehungen und der unverkennbaren Aehnlichkeit in

*) Vergl. auch Streng »Ueber den Chabasit«. 16. Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde 1877 S. 113. Diese Zeitschr. 1, 549.

**) a. a. O.

Digitized by Google

der äusseren Form und den Winkeln konnte ich jedoch die beiden Mineralien nicht für isomorph (resp. identisch) erklären, da der Desmin bisher ganz allgemein für rhombisch galt. Durch eine soeben erschienene Arbeit von Lasaulx*) ist aber nun auch für den Desmin das monokline System bewiesen und seine krystallographische Analogie mit dem Phillipsit und Harmotom gezeigt worden, so dass nun einer Vereinigung der beiden Mineralien nichts mehr im Wege steht.

Die verschiedenen Varietäten des Phillipsits und Desmins zeigen nun folgende chemische Beziehungen:

Betrachtet man zunächst die wasserfreie Substanz, so erkennt man, dass das Verhältniss von $\dot{R} : \dot{R}_2$ constant $= 1 : 1$ ist und dass nur der Kieselsäuregehalt schwankt.

Man kann daher alle Phillipsite und Desmine auffassen als entstanden durch Mischung zweier verschieden zusammengesetzter Endglieder. Es wäre dann in jedem Falle die wasserfreie Substanz ausgedrückt durch die Formel:

$$x\ (RO,\ R_2\ O_3,\ a\ Si\ O_2) + y\ (RO,\ R_2\ O_3,\ b\ Si\ O_2).$$

Es ist dies genau dasselbe Verhältniss, wie wir es zwischen den verschiedenen Feldspäthen und Chabasiten**) haben. —

In diesen beiden einzigen Fällen, wo man bis jetzt einen Isomorphismus***) zweier ungleicher Gruppen allgemein annimmt, hat man nun versucht, wenigstens noch eine gewisse chemische Analogie der Endglieder aufzufinden.

Wenn ich auch nicht glaube, dass man in den bis jetzt angenommenen Vertretungen eine wirkliche Erklärung des thatsächlich vorhandenen Isomorphismus sehen darf, so scheint es mir doch von Interesse, zu betrachten, in wie weit sich diese Anschauungen auf unseren Fall übertragen lassen.

Bei dem Feldspath ist die wohl am allgemeinsten angenommene Theorie die von Tschermak†) aufgestellte, nach welcher alle triklinen Feldspäthe Mischungen von Albit und Anorthit sind. Um eine Analogie zu erhalten, verdoppelt Tschermak die einfachste Anorthitformel und schreibt:

Albit: $Na_2\ Al_2\ Si_2\ Si_4\ O_{16}$
Anorthit: $Ca_2\ Al_2\ Al_2\ Si_4\ O_{16}$.

*) D. Zeitschrift 2, 576.

**) Streng, über den Chabasit a. a. O.

***) D. h. gleiche Krystallgestalt und das Vermögen in beliebigen Mischungen zusammen zu krystallisiren.

†) Sitzungsberichte d. k. Akademie der Wissenschaften zu Wien, mathematisch naturwissenschaftliche Classe. Bd. 50. Abth. 1. 1864. S. 566.

Digitized by Google

Es vertreten sich dann einerseits Na_2 und Ca_2 und andererseits Al_2 und Si_2 isomorph.

Eine derartige Auffassung ist bei den Phillipsiten ganz unmöglich, wie man schon z. B. aus der Vergleichung meiner Analysen der Varietäten von Aci Castello und von Nidda ersieht; dieselben zeigen bei fast gleichem Kieselsäuregehalt ein ausserordentlich verschiedenes Verhältniss von Kalk zu Natron.

Gegen die Tschermak'sche Ansicht hat Streng*) einige nicht unbegründete Einwürfe gemacht, indem er zeigte, dass eine ziemliche Anzahl von guten Feldspathanalysen sich nicht durch Mischung der oben angegebenen Endglieder erklären lassen, sondern im Verhältniss zum Kieselsäuregehalt zu viel oder zu wenig Alkali ergeben. Ausserdem hebt er hervor, dass sich bei Tschermak zwar eine gleiche Anzahl von Atomen vertreten, dass dieselben aber einander nicht aequivalent seien.

Er stellt dagegen die Ansicht auf, die Endglieder seien entsprechend

$$\text{Albit} \quad = \overset{\text{I}}{R}\, Al_2\ Si_2\ Si_4\ O_{16}$$

$$\text{Anorthit} \quad = \overset{\text{II}}{R}\, Al_2\ \overset{\text{I}}{R} Al_2\ Si_4\ O_{16}$$

Auch hier ist also die Molecularformel des Anorthits eben so gross wie bei Tschermak, $\overset{\text{II}}{R}$ bedeutet hier eine beliebige Mischung von Ca und Na_2 und es vertreten sich isomorph die 8werthigen Gruppen $\overset{\text{I}}{R}Al_2$ und Si_2.

Diese letztere Vertretung passt nun auch auf die wasserfreie Chabasit- und ebenso auf die wasserfreie Phillipsit- und Desminsubstanz und man kann daher annehmen,

dass die Endglieder in allen drei Fällen dieselben sind, und der Grund ihres Isomorphismus der gleiche ist.

Diese Ansicht findet ihre völlige Bestätigung, wenn man nun auch noch das Krystallwasser berücksichtigt, denn trotz der oben angeführten Schwankungen mit der Temperatur lässt sich doch beim Chabasit und in gleicher Weise auch beim Phillipsit und Desmin ein Steigen des Wassergehaltes mit zunehmender Kieselsäure gar nicht verkennen, und zwar findet man in jedem einzelnen Falle sehr nahezu für den lufttrocknen Chabasit die Formel:

$$x\ (\overset{\text{II}}{R}\, Al_2\ Si_2\ Si_4\ O_{16} + 8\ H_2\ O) + y\ (\overset{\text{I}}{R}\, Al_2\ \overset{\text{II}}{R}\, Al_2\ Si_4\ O_{16} + 8 H_2\ O)$$

und für den lufttrocknen Phillipsit und Desmin:

$$x\ (\overset{\text{II}}{R}\, Al_2\ Si_2\ Si_4\ O_{16} + 6\ H_2\ O) + y\ (\overset{\text{I}}{R}\, Al_2\ \overset{\text{II}}{R}\, Al_2\ Si_4\ O_{16} + 6\ H_2\ O).$$

Wir haben also zu der Mischungsreihe der wasserfreien Substanzen, den Feldspäthen, eine parallele Reihe mit 6 *aq.* in den Phillipsiten und Desminen und eine gleiche mit 8 *aq.* in den Chabasiten.

*) Jahrbuch für Mineralogie 1865 S. 426 u. 1871 S. 597.

Digitized by Google

In dieser Analogie darf man wohl mit Recht einen Beweis dafür sehen, dass dem Anorthit wirklich nicht die einfachste, sondern die doppelt so grosse Molecularformel zukommt.

In der folgenden Tabelle (a. S. 70 u. 71) habe ich nach Rammelsberg's Handbuch der Mineralchemie die Phillipsit- und Desminanalysen zusammengestellt, um das constante Verhältniss von $\overset{II}{R} : \overset{III}{R_2}$ und das allmähliche Zunehmen von *Si* und damit parallel von $H_2 O$ zu zeigen.

Um diese letzte Beziehung klarer hervortreten zu lassen, habe ich den Wassergehalt in 3 Rubriken: »lufttrocken«, »über Schwefelsäure oder im Vacuum« und »bei 100° getrocknet« aufgeführt. Wo die Beschaffenheit der Analysensubstanz nicht angegeben war, habe ich den Werth mit (?) eingeordnet.

Wie man sieht, bilden die kieselsäurereichsten Desmine*) das eine Endglied, welches dem Albit entsprechen würde, das andere Endglied »Anorthitsubstanz + 6 *aq*« kennen wir bis jetzt nicht; möglicherweise dürfte sich unter den verschiedenen als Gismondin bezeichneten Mineralien noch ein entsprechendes Glied — das natürlich auch krystallographisch stimmen müsste — finden lassen.

Wenn man es versuchen wird, den zuerst von Sartorius von Waltershausen**) aufgestellten und dann besonders von Tschermak und Streng ausgebildeten Begriff des »Gruppenisomorphismus« noch anderweitig zur Erklärung ähnlicher Fragen heranzuziehen, so ist es sehr wahrscheinlich, dass sich noch mancherlei einfache Beziehungen ergeben werden.

Vor Allem glaube ich, dass sich bei den Zeolithen, die man ja schon lange als Hydrate der Feldspathsubstanz auffasste, viele den oben betrachteten analoge Fälle finden lassen. Die ganze Gruppe würde dann in eine verhältnissmässig kleine Anzahl solcher Mischungsreihen zerfallen, von denen jeder ein anderer Wassergehalt und eine andere Krystallform zukäme. Auf diese Weise würde sich dann auch leicht die scheinbar complicirte Zusammensetzung mancher von diesen Mineralien erklären, und in diesen Fällen würde dann die Rammelsberg'sche Annahme von basischem Wasser unnöthig werden, ja sich sogar meistens als unwahrscheinlich erweisen lassen.

---

*) Es ist hierbei angenommen, dass die beiden letzten Analysen einen etwas zu niedrigen Thonerdegehalt angeben, was auch insofern nicht unwahrscheinlich ist, als die andern Bestandtheile $\overset{II}{R} : Si : H_2$ sehr nahe dem Verhältniss 1 : 6 : 6 entsprechen, das dem Endgliede zukäme, und das, wie man sieht, in einer ziemlichen Anzahl von Fällen verwirklicht ist.

**) Die vulkanischen Gesteine von »Sicilien und Island«. In diesem Werke hat Sartorius von Waltershausen seine Theorien gerade an den Feldspäthen und Zeolithen, besonders dem Desmin, entwickelt und schon Ansichten, die den hier angegebenen sehr ähnlich sind, ausgesprochen.

Digitized by Google

Bei einer Bearbeitung der ganzen Zeolithgruppe von diesem Gesichtspunkte aus läge allerdings die Gefahr nahe, dass man zu Vieles vereinigte, denn es haben fast alle Zeolithe die Zusammensetzung

$$\overset{II}{R}\,O,\ \overset{III}{R}_2\,O_3,\ x\ SiO_2 + y\ aq.$$

In diesen Fällen müsste man dann nur nach krystallographischen Unterschieden und — mit der nöthigen Vorsicht — nach dem Wassergehalt und seinen Aenderungen mit der Temperatur eintheilen.

Zusammenstel
von Phillipsit und De

No.	Fundorte	Analytiker
1	Phillipsit*) von Capo di Bove	Marignac
2	- *) vom Vesuv	Marignac
3	- von Richmond, Victoria	Pittmann
4	- - Habichtswald bei Kassel	Köhler
5	- - Dyrefjord Island	Damour
6	- - Aci Castello Sicilien	Fresenius
7	- - Nidda in Hessen	Fresenius
8	- - Nidda in Hessen	Ettling
9	- - Palagonia Sicilien	Sartorius von Walter
10	- - Aci Castello Sicilien	Sartorius von Walter
11	- - Riesenweg Irland	Connel
12	- - Stempel bei Marburg	Genth
13	- - Annerode I	Fresenius
14	- - Annerode II	Fresenius
15	- - der Limburg im Kaiserstuhl	Fresenius
16	Desmin von Niederkirchen, Rheinbayern	Riegel
17	- - Rienthal Uri	Leonhard
18	- - Faröer Vaagöe	Schmid
19	Puflerit von der Seisser Alp Tyrol	Buckeisen
20	Desmin von Andreasberg	Kerl
21	- - Faröer Stromöe	Schmid
22	- - Faröer	Moss
23	- - Ilmengebirge	Hermann
24	- - Barbrogrube Norwegen	Sjögren
25	- - Gustafsberg Jemtland	Sjögren
26	- - der Seisser Alp Tyrol	Petersen
27	- - Port Glasgow	Freese
28	- - Christiania	Münster
29	- - Berufjord Island	Weber

*) Bei Rammelsberg als Zeagonit aufgeführt.

Digitized by Google

Zum Schlusse will ich noch einige Erscheinungen beim Chabasit und Phillipsit erwähnen, die darauf hinzudeuten scheinen, dass sich beide Mineralien häufig aus derselben Lösung unter nur wenig geänderten Umständen ausgeschieden haben, was ein weiterer Beleg dafür sein würde, dass wir hier wirklich dieselbe Substanz nur mit verschiedenem Krystallwassergehalt vor uns haben.

Die Phillipsite kommen fast stets mit Chabasiten zusammen vor und zwar zeigt sich dabei in den wenigen Fällen, wo man bis jetzt vergleichen kann, eine gewisse Analogie der Zusammensetzung.

der Analysen
nach steigendem Kieselsäuregehalt.

$\overset{II}{R}$:	$\overset{III}{R_2}$:	Si :	H_2		
			lufttrocken	über H_2SO_4 od. im Vacuum	bei 100° getrocknet
0,99	1	3,00		3,58	
0,90	1	3,10		3,60	
1,01	1	3,39			3,58 (?)
0,75 *)	1	3,55	4,34		
0,91	1	3,72		4,08	
1,10	1	3,75	4,88		3,88
1,09	1	3,84	4,51		3,85
1,02	1	3,85	4,48 (?)		
1,02	1	3,85			3,87
1,07	1	3,86			3,91
1,08	1	3,86		4,27 (?)	
0,97	1	3,93	4,52 (?)		
1,02	1	4,62	5,05		3,80
0,98	1	4,65	5,28		4,48
0,95	1	4,84	5,67		4,37
0,90	1	5,02			4,80 (?)
0,80	1	5,17			5,26 (?)
0,98	1	5,48			5,68
1,17	1	5,56	6,02 (?)		
0,86	1	5,85			5,66 (?)
1,00	1	5,94			5,98
1,00	1	5,94	6,18 (?)		
0,97	1	5,95	6,25 (?)		
0,93	1	6,05			5,71
0,99	1	6,05			5,83
1,11	1	6,11	6,66 (?)		
1,03	1	6,13		6,28 (?)	
1,14	1	6,39			6,19 (?)
1,12	1	6,67		6,78 (?)	

*) Trübe, also wohl etwas zersetzt, daher zu wenig Alkali.

Digitized by Google

Es findet sich nämlich an derselben Stelle mit einem kieselsäurearmen Phillipsit auch ein kieselsäurearmer Chabasit und ebenso nimmt der Kieselsäuregehalt gleichmässig zu. Auch in dem Verhältniss der Alkalien zum Kalk scheint sich diese Beziehung zu wiederholen.

Die folgende Tabelle gibt eine Uebersicht dieser Verhältnisse in den 4 Fällen, wo sicher Material von demselben Fundorte analysirt worden ist.

	Phillipsit			Chabasit		
Fundort	Analytiker	$\overset{III}{R_2} : Si$	$\overset{II}{R} : \overset{I}{R_2}$	Analytiker	$\overset{III}{R_2} : Si$	$\overset{II}{R} : \overset{I}{R_2}$
Victoria	Pittmann	1 : 3,89	1 : 1,88	Pittmann	1 : 3,48 1 : 3,56 1 : 3,64	1 : 1,28 1 : 1,32 1 : 1,29
Nidda	Fresenius	1 : 3,84	1 : 0,80	Burkhardt und Hammerschlag	1 : 3,85	1 : 0,002
Aci Castello	Fresenius Sart. v. Walt.	1 : 3,75 1 : 3,86	1 : 1,63 1 : 2,54	Sartorius von Waltershausen	1 : 3,97	1 : 2,02
Annerode	Fresenius I II	1 : 4,62 1 : 4,65	1 : 0,62 1 : 0,39	Burkhardt und Hammerschlag	1 : 4,4	1 : 0,68

Man kann jedoch erst bei einer grösseren Vergleichungsreihe entscheiden, ob diesem Zusammentreffen wirklich eine Gesetzmässigkeit zu Grunde liegt, oder ob es auf einem Zufall beruht.

Auch in dem Umstande, dass beide Mineralien stets in Zwillingen vorkommen, deren Bildung bei der Aehnlichkeit der Substanz wohl auf dieselben Ursachen zurückgeführt werden darf, könnte man vielleicht eine weitere Stütze für die Ansicht finden, dass sich beide aus einer Lösung abgeschieden haben.

Digitized by Google

V. Krystallographische Untersuchung einiger organischen Verbindungen.

Von

C. Haushofer in München.

(Mit 7 Holzschnitten.)

1. Dicyanamid. $C_2N_4H_4$.

Dargestellt von Dr. P. Tatarinoff im Laboratorium der techn. Hochschule München.

Monosymmetrisch. $a : b : c = 1{,}1150 : 1 : 0{,}8055$. $\beta = 64^0 47'$.

Beobachtete Formen: ∞P (110) $= p$, $\infty \breve{P}\infty$ (100) $= a$, oP (001) $= c$, $-P$ (111) $= n$, $\infty \breve{P}3$ (130) $= q$, $-\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ (102) $= d$. Die untersuchten Krystalle besitzen zweierlei Ausbildungsweise: die kleineren, in Bezug auf ihre Flächenbeschaffenheit vollkommeneren, sind flachprismatisch nach der Verticalaxe und durch Vorherrschen von a (Fig. 1); die Flächen a vertical gestreift, die Fläche d meist etwas gewölbt und nicht genau zu messen.

Fig. 1.

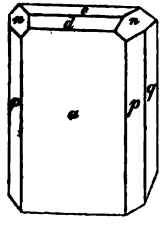
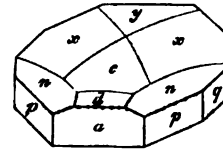


Fig. 2.



Bei der zweiten Form der Krystalle (Fig. 2) walten die basische Fläche und die ihr benachbarten vor; dieselben sind stark aufgewölbt und verlaufen dergestalt in einander, dass die Krystalle einen linsenförmigen Habitus gewinnen. Nur die Flächen der prismatischen Zone sind eben und scharf begränzt.

Digitized by Google

	Beobachtet:	Berechnet.
(100) (001)	= *64° 47′	—
(100) (110)	= *45° 15′	—
(001) (111)	= *36° 49′	—
(100) (102)	= 47° 26′ appr.	48° 8′
(110) (001)	= 72° 33′	72° 32′
(110) ($1\bar{1}0$)	= 90° 30′	90° 30′
(100) (130)	= 71° 42′	71° 43′

Sehr vollkommen spaltbar nach a (100).

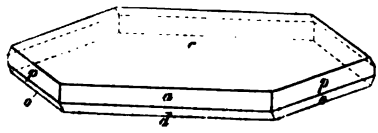
2. Imidopropionnitril. $C_6 H_9 N_3$.

Dargestellt von Dr. C. Passavant im Laboratorium d. techn. Hochschule München.

Monosymmetrisch. $a : b : c = 1{,}0856 : 1 : 1{,}2469$. $\beta = 70° 21'$.

Wasserhelle luftbeständige Krystalle der Combination (Fig. 3): oP (001) $= c$, $\infty\breve{P}\infty$ (100) $= a$, ∞P (110) $= p$, $\bar{P}\infty$ (10$\bar{1}$) $= d$, P (11$\bar{1}$) $= o$. Dünn tafelförmig nach c, meist nach der Axe b verlängert, seltener nach derselben vollkommen prismatisch. — Stark glasglänzend.

Fig. 3.



	Gemessen:	Berechnet:
(001) (100)	= *70° 21′	—
(100) (110)	= *45° 38	—
(100) (10$\bar{1}$)	= 49° 13′	—
(001) (110)	= 76° 35	76° 24′
(110) ($\bar{1}$10)	= —	88° 44′
(001) ($\bar{1}$11)	= 68° 45′	68° 59′

Sehr vollkommen spaltbar nach oP.

3. Orthonitrozimmtsäureäthylester. $C_9 H_6 (NO_2) O_2 . C_2 H_5$.

Dargestellt von Dr. Lenk im Laboratorium der technischen Hochschule München.

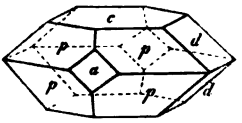
Rhombisch. $a : b : c = 0{,}5245 : 1 : 0{,}8651$.

Blassgelbe durchsichtige Krystalle der Combination (Fig. 4): oP (001) $= c$, P (111) $= p$, $\infty\bar{P}\infty$ (100) $= a$, $\breve{P}\infty$ (011) $= d$; tafelförmig nach der Basis, welche meistens treppenförmig vertieft. Kleinere Krystalle zeigten nur die Combination $P . oP$.

Digitized by Google

	Beobachtet:	Berechnet:
(111) (11$\bar{1}$)	= *49° 39′	—
(111) ($\bar{1}$11)	= *106° 58′	—
(001) (011)	= 41° 30	40° 52′
(111) (001)	= 65° 7′	65° 10′

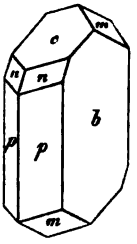
Fig. 4.



4. Methyluramin-Platinchlorid. $(C_2 H_5 N_3 Cl)_2 Pt Cl_4$.

Dieses schon früher von Senarmont (Jahresber. Chem. 1857. 542 Anm.) und zuletzt durch v. Kobell (Sitz. Ber. d. k. bair. Akad. d. Wiss. 1870. II, 305) krystallographisch untersuchte Salz wurde neuerdings von Dr. P. Tatarinoff im Laboratorium der techn. Hochschule zu München in guten Krystallen dargestellt, deren Untersuchung die vorläufigen Angaben von Kobell's bestätigte.

Fig. 5.



Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 0{,}7322 : 1 : 0{,}5942$. $\beta = 76° 47$.

Beobachtete Formen (s. Fig. 5): ∞P (110) = p, $\infty \breve{P} \infty$ (010) = b, oP (001) = c, P ($\bar{1}11$) = m, $-P$ (111) = n.

Die Krystalle sind gewöhnlich tafelförmig nach b, meist auch nach der Verticalaxe gestreckt; bisweilen findet sich nur die Combination ∞P . oP, rhomboederähnlich ausgebildet; am häufigsten ist die Form ∞P, $\infty \breve{P} \infty$, oP; die Pyramidenflächen fand ich nur an zwei Krystallen.

	Gemessen:	Berechnet:
(110) (1$\bar{1}$0)	= *70° 58′	—
(001) (111)	= *39° 33′	—
(001) (110)	= *79° 16′	—
(111) (110)	= 39° 46′	39° 43′
($\bar{1}$11) (001)	= 50° 8′	50° 15′
($\bar{1}$11) ($\bar{1}\bar{1}$1)	= —	44° 2′
(111) (1$\bar{1}$1)	= —	44° 12′
($\bar{1}$11) (010)	= 62° 14′	62° 59′
(110) (010)	= 54° 33′	54° 31′
(111) (010)	= 67° 48′	67° 54′

Vollkommen spaltbar nach $\infty \breve{P} \infty$. Dunkelorangegelb ins hyacinthrothe; an der Luft nach längerer Zeit sich trübend.

Digitized by Google

5. Methyluramin-Goldchlorid. $(C_2 H_8 N_3 Cl) Au Cl_3$.

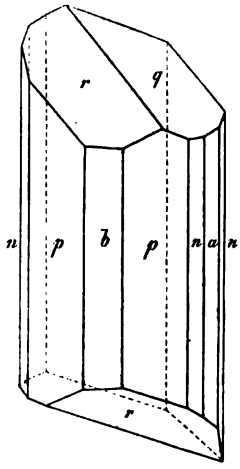
Dargestellt von Dr. P. Tatarinoff im Laboratorium der techn. Hochschule München.

Rhombisch. $a : b : c = 0{,}9867 : 1 : 0{,}4993$.

Die Zeichen der beobachteten Formen, bezogen auf die gewöhnliche Stellung rhombischer Krystalle, sind: ∞P (110) $= p$, $\infty \bar{P}2$ (210) $= n$, $\infty \bar{P}\infty$ (100) $= a$, $\infty \breve{P}\infty$ (010) $= b$, $\breve{P}\infty$ (011) $= r$, $\frac{5}{4}\bar{P}\infty$ (504) $= q$.

Die Krystalle (s. Fig. 6) erscheinen gewöhnlich säulenförmig durch Vorwalten zweier Parallelflächen von ∞P; die ungleichmässige Ausdehnung einzelner Flächen der beiden Domen r und q verleiht ihnen einen klinoaxen Habitus; an 8 ringsum ausgebildeten Exemplaren wurden in gleicher Weise nur die beiden vorderen Flächen von $\breve{P}\infty$ ($0\bar{1}1$ und $0\bar{1}\bar{1}$), die rechts oben und links unten liegende Fläche von $\frac{5}{4}\bar{P}\infty$ (also 504 und $\bar{5}0\bar{4}$) gefunden, wenn man, wie diess in der Zeichnung der grösseren Verständlichkeit wegen geschehen ist, die Krystalle so stellt, dass die Brachydiagonale in die Zeichnungsebene fällt. Nur an zwei Krystallen zeigten sich Andeutungen der übrigen domatischen Flächen. Auch die Prismenflächen und verticalen Flächenpaare treten sehr ungleichwerthig auf; gewöhnlich dominiren die beiden Gegenflächen ($\bar{1}10$) und (110). Die Flächen r und q sind meistens schlecht entwickelt; das gilt ganz besonders für q, dessen Deutung als $\frac{5}{4}\bar{P}\infty$ nicht ganz zweifellos ist, obwohl die Berechnung aus dem Winkel $a : q = (100) (504)$ zu demselben Werthe führte, wie die aus dem Winkel $q : r = (504) : (0\bar{1}1)$.

Fig. 6.



	Gemessen:	Berechnet:
(010) (110)	= *45° 23′	—
(010) (011)	= *63° 28′	—
(201) (100)	= 26° 30′	26° 16′
(110) (210)	= 19° 0	19° 21
(100) (504)	= 58° 23	57° 45′
(504) (110)	= 67° 56	67° 41
($2\bar{1}0$) (210)	= 52° 13	52° 31
(110) (100)	= 44° 27	44° 37
($1\bar{1}0$) (110)	= —	90° 46
(110) ($\bar{1}10$)	= 89° 19	89° 14

Spaltbarkeit unvollkommen parallel oP. — Starker Glasglanz auf

Digitized by Google

allen Flächen; dunkelorangegelb, an der Luft unter Zersetzung langsam sich bräunend.

Die Auslöschungsrichtungen liegen auf allen Flächen der prismatischen Zone parallel und senkrecht zu den Prismenkanten; senkrecht zur Prismenaxe geschnittene Lamellen zeigen in Oel beide Axenbilder; die Axenebene liegt parallel b.

6. Schleimsaures Natron. $C_6 H_8 O_8 Na_2 + 5H_2 O$.

Dargestellt von Hrn. Fr. W. Reiman im Laborat. der techn. Hochschule München.

Asymmetrisch. $a : b : c = 0{,}6008 : 1 : 1{,}3786$.

$\alpha = 120^0\ 21'$.

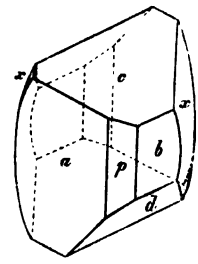
$\beta = 90^0\ 34'$.

$\gamma = 110^0\ 37'$.

Farblose, ziemlich schnell verwitternde Krystalle von kurzsäulenförmigem Bau (Fig. 7); beobachtete Formen: oP (001) $= c$, $\infty\breve{P}\infty$ (100) $= a$, $\infty\breve{P}\infty$ (100) $= b$, $\infty P'$ (110) $= p$, $'\breve{P}, \infty$ (01$\bar{1}$) $= d$. Die Fläche $\infty P'$ (p) meist sehr schmal und nur an zwei Krystallen beobachtet. Das wahrscheinlich in der Zone ab liegende Flächenpaar x war an allen untersuchten Exemplaren entweder drusig rauh oder, wenn glatt, so sehr gewölbt, dass von einer Messung Abstand genommen werden musste.

(100) (010) = *65° 35′
(100) (001) = *76° 37′
(010) (001) = *57° 6
(110) (010) = *39° 23′
(001) (0$\bar{1}$1) = *71° 24
(100) (01$\bar{1}$) = 51° 26′, berechnet 51° 30′
(001) (110) = — - 64° 52

Fig. 7.



Spaltbarkeit nicht zu beobachten. Durch x ein Axenbild sichtbar; der dunkle Balken desselben schneidet die Kante xc unter c. 60°. Auslöschungsrichtung auf a fast normal zur Kante ac, auf c die Kante ac unter c . 20° schneidend.

Digitized by Google

VI. Correspondenzen, Notizen und Auszüge.

1. **J. W. Mallet** (Univ. v. Virginia): **Ueber die chemische Zusammensetzung des Guanajuatit (Selenwismuthglanz) von Guanajuato in Mexico** (Amer. Journ. Sc. III, 15, 294, April 1878). Der Verf. analysirte das Mineral, welches 1873 von Fernandez (s. d. Zeitschr. 1, 499) Guanajuatit genannt wurde, und fand:

Se	31,64
S	0,61
Bi	59,92
Al_2O_3	2,53
Fe_2O_3	Spur
SiO_2	3,47
H_2O	1,46
	99,63

Die Substanz war durch eine geringe Menge Halloysit (Galapektit) und Quarz verunreinigt; zieht man diese ab und berechnet den Rest auf 100, so erhält man:

Se	34,33
S	0,66
Bi	65,01
	100,00

Dies giebt das Atomverhältniss $Bi : Se : S = 310 : 432 : 21$ oder $Bi : (Se, S = 310 : 453 = 2 : 2{,}922$, d. h. die Formel $Bi_2 Se_3$, in welcher eine geringe Menge des Selens durch Schwefel ersetzt ist. Obgleich der letztere nicht in einem bestimmten Atomverhältniss vorhanden ist, so gehört er doch, wie auch Frenzel zuerst nachgewiesen, zu den Bestandtheilen des Minerals, und die Annahme von Fernandez, dass er von beigemengtem Pyrit herrühre, wurde nicht bestätigt; ebenso wurde die Abwesenheit des Zinks nachgewiesen.

Ref.: E. S. Dana.

2. **Derselbe: Barcenit, ein neues Antimonat von Huitzuco in Mexico** (Ebenda, 16, 306, October 1878). Diese Substanz findet sich, innig gemengt mit Zinnober und antimoniger Säure, in z. Th. abgeplatteten Prismen vom Ansehen des Livingstonit, aus welchem sie sich durch Oxydation gebildet zu haben scheint. H. $5^1/_2$. Spec. Gew. des gepulverten Minerals 5,343 (20° C.). Farbe sehr dunkel grün, fast schwarz, Strich aschgrau mit einem Stich ins Grüne;

Digitized by Google

matt, erdig, manchmal mit ein wenig Harzglanz, undurchsichtig. Spröde, Bruch eben. Eine durch I. R. Santos ausgeführte Analyse gab:

		Atomverhältniss
S	2,82	0,088
Hg	20,75	0,104
Ca	3,88	0,097
Sb	50,11	0,418 ($Sb = 120$)
O (d. Diff.)	17,61	1,101
H_2O (z. Constitut. gehörig)	3,50	0,194
H_2O (Verlust bis 130° C.)	1,23	
SiO_2	0,10	
	100,00	

Der Schwefelgehalt wurde als von dem beigemengten Zinnober herrührend betrachtet; zieht man ihn, sowie die äquivalente Menge Quecksilber ab, so erhält man das Atomverhältniss:

Hg	16	oder	HgO	16	$\left.\begin{matrix}\\\end{matrix}\right\}$ $\overset{II}{RO} = 113,0$	4
Ca	97	-	CaO	97		
Sb	418	-	Sb_2O_3		228,5	1
O	1101	-	Sb_2O_5		180,5	6,3
H_2O	194	-	H_2O		194,0	6,8

Der Verf. schliesst hieraus, dass das Mineral ein Gemenge von Antimonsäure, $H_4Sb_2O_7 + 3H_2O$, mit einem neuen antimonsauren Salz von der Formel: $(4\overset{II}{RO} + Sb_2O_3) + 5Sb_2O_5$ sei. Der Name nach dem mexikanischen Mineralogen Mariano Bárcena. Ref.: E. S. Dana.

3. **J. Purnell** (in Californien): **Jonit, ein neuer fossiler Kohlenwasserstoff** (Ebenda, **16**, 153, Aug. 1878). Diese noch nicht vollständig untersuchte Substanz, derb, ochrig und erdig, von braungelber Farbe, findet sich in dünnen Klüften des pliocenen thonigen Lignit im Jonethal, Amador County, in Californien. Frisch enthält sie über 50% Wasser, im lufttrockenen Zustande ist ihr spec. Gew. 0,9. Abgesehen von einer Verunreinigung von über 13% Thon ist sie vollkommen löslich in Chloroform, theilweise in Alkohol, stärker in Aether. Bei der trocknen Destillation giebt sie ein braunes Oel mit grüngefärbtem, sauer reagirendem Wasser; das erstere ist löslich in Alkohol und Terpentinöl und enthält nur sehr wenig Paraffin. Das Mineral schmilzt zu einer harzähnlichen Masse, welche leicht entzündlich und mit russender Flamme brennt.

Ref.: E. S. Dana.

4. **J. Lawrence Smith** (in Louisville, Kentucky): **Ueber den Daubréelith** (Ebenda, **16**, 270, Oct. 1878). Der Verf. liefert die eingehendere Beschreibung dieses neuen Minerals (s. d. Zeitschr. **1**, 222), welches mit Troilit zusammen kleine Knollen in dem Meteoreisen von Cohahuila in Mexico und einiger anderer Fallorte bildet. Dasselbe kann vom Troilit durch Digestion mit starker Salzsäure, welche letzteren leicht löst, den Daubréelith aber nicht angreift, getrennt werden. So isolirt bildet es glänzende schwarze Fragmente von mehr oder weniger schuppiger Textur, deren Bruch uneben ist, jedoch Etwas von Spaltbarkeit, wahrscheinlich nach einer Richtung, zeigt. Spröde; nicht magnetisch. Spec. Gew. 5,01. Das Mittel dreier Analysen gab:

Digitized by Google

S	42,69
Cr	35,91
Fe	20,10
	98,70

Dies führt zu der Formel $FeS + Cr_2S_3$, welche erfordert:

S	44,29	oder	*FeS*	30,45
Cr	36,33		Cr_2S_3	69,55
Fe	19,38			100,00
	100,00			

Das Mineral löst sich in Salpetersäure leicht und vollständig ohne Abscheidung von Schwefel; von Salzsäure wird es nicht angegriffen. Es ist wahrscheinlich auch in anderen Meteoreisen enthalten. Ref.: E. S. Dana.

5. G. Seligmann (in Coblenz): **Ueber russische Topase und über Enstatit von Snarum.** Unter einer reichen Auswahl prachtvoller uralischer Mineral-Vorkommen, die das Mineraliencomptoir von Dr. Krantz in Bonn neuerdings erhalten hat, interessirten mich ganz besonders eine Anzahl rundum ausgebildeter Topaskrystalle. Als Fundort ist Mursinka angegeben; mir scheint es jedoch wahrscheinlicher, dass sie aus dem Ilmengebirge stammen, weil unter den Prismen ∞P vorherrscht und ausserdem $0P$ sehr zurücktritt (vergl. v. Kokscharow, über die russischen Topase). An den Krystallen ist keine Spur einer Anwachsstelle zu entdecken und zeigen sie Combinationen folgender bekannter Einzelformen:

$P = 0P$ (001)	$y = 2\breve{P}\infty$ (021)	$o = P$ (111)
$c = \infty\breve{P}\infty$ (010)	$f = \breve{P}\infty$ (011)	$u = \frac{1}{2}P$ (112)
$M = \infty P$ (110)	$a = \frac{2}{3}\breve{P}\infty$ (023)	$i = \frac{1}{3}P$ (113)
$m = \infty\breve{P}\frac{3}{2}$ (230)	$d = \bar{P}\infty$ (101)	
$l = \infty\breve{P}2$ (120)	$h = \frac{1}{3}\bar{P}\infty$ (103)	
$g = \infty\breve{P}3$ (130)		

Die zur bequemeren Bezeichnung angewandten Buchstaben sind Koksch-arow's oben genannter Arbeit entnommen.

Fig. 1.

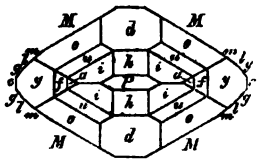
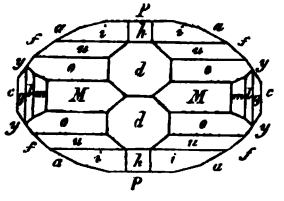


Fig. 2.



Es finden sich zwei verschiedene eigenthümliche Typen der Ausbildung. Der erste zeigt einen gewissen monoklinen Habitus der Gestalten, indem die Krystalle tafelförmig nach einem Flächenpaare von *l* ausgebildet sind, während gleichzeitig ein Flächenpaar der Brachydomenreihe und ein angrenzendes Pyramidenflächenpaar gegenüber den übrigen Flächen dieser Formen bedeutend vorherrscht. Die Krystalle dieses Typus messen bis zu 4 cm grösster Ausdehnung in der Richtung der Verticalaxe. Die des anderen sind bedeutend kleiner und dadurch ausgezeichnet, dass die Prismenzone fast ganz zurücktritt. Die nebenstehenden Figuren zeigen einen in meinem Besitze befindlichen Krystall dieses Typus, Fig. 1 auf die Basis, Fig. 2 auf das Makropinakoid projicirt; derselbe misst 16 mm in der Makrodiagonalen und je 10 mm. in der Richtung der beiden andern Axen. Ein anderer Krystall von

Digitized by Google

etwas kleineren Dimensionen ist bemerkenswerth durch die verschiedene Ausbildung an beiden Enden der Vertikalaxe; es treten nämlich Basis und Makrodomen nur an einem derselben auf.

Bei beiden Typen lassen sich die Flächen der Prismenzone von den andern leicht durch ihren stärkeren Glanz unterscheiden; sie erscheinen meistens glatt, während die terminalen Flächen rauh und voller kleiner Unebenheiten sind, die sich mitunter, namentlich auf den Brachydomenflächen, zu sehr deutlichen Subindividuen ausbilden. Auf der Basis kommen prächtige Aetzfiguren vor in der Form sechsseitiger Vertiefungen, deren Flächen von einem Brachydoma und einer Pyramide gebildet sind.

Durch Krantz erhielt ich ebenfalls sehr schöne in Speckstein umgewandelte Enstatitkrystalle, die im Verhältniss zu den von vom Rath und Brögger (diese Zeitschr. 1, 18) beschriebenen freilich klein zu nennen, die aber schärfer und deutlicher rhombisch ausgebildet sind. Sie stammen von Snarum und ist eine Mittheilung über dieselben von Helland in Poggendorff's Annalen 145, 483 zu finden; sie sind dort beschrieben als Pseudomorphosen nach Augit. Es finden sich an ihnen die folgenden Formen: (ausser einem unbestimmbaren $\infty\bar{P}n$)
$\infty\breve{P}\infty$ (010). $\infty\bar{P}\infty$ (100). ∞P (110). $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ (012). $\bar{P}2$ (212).
Letztere Pyramide scheint an den Bamler Enstatiten nur untergeordnet aufzutreten, während sie hier gleichmässig an allen Krystallen sich zeigt und mit dem Anlegegoniometer genau gemessen werden kann. Ich fand

	gemessen	berechnet
$\bar{P}2$ (212) : $\infty\bar{P}\infty$ (100)	$60\frac{1}{2}^0$	$60^0\ 29'$
- : $\infty\breve{P}\infty$ (010)	76^0	$76^0\ 11'$
- : $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ (012)	$29\frac{1}{4}^0$	$29^0\ 30\frac{1}{2}'$

Die Grösse dieser Enstatitkrystalle variirt zwischen 2 und 4 cm Länge bei 1 bis 2 cm Breite.

6. **H. Bücking** (in Strassburg): **Mikroskopische Untersuchung des Türkis aus dem Columbus-District, Nevada.** Durch die Güte des Herrn Hofrath Fischer in Freiburg gelangte das hiesige mineralogische Institut in den Besitz einer kleinen Stufe von Türkis aus dem Columbusdistrict Nevada's. Dieser Türkis, dessen genauer Fundort 35 englische Meilen nordwestlich von Silver Seak liegt, besitzt eine blass blaugrüne Farbe, ganz ähnlich wie der Türkis von Steine bei Jordansmühl in Schlesien und manche Varietäten des Türkis von Nichabur; an den der Verwitterung zugänglichen Stellen ist die Farbe etwas verblasst, auf den das Stück quer durchsetzenden Klüften anscheinend durch eine Auflagerung von etwas Eisenoxydhydrat ein wenig gebräunt. Der flachmuschelige Bruch ist weit deutlicher als an den Türkisen von Nichabur, aus dem Megarathal und vom Mosesbrunnen. Die Substanz wird unregelmässig durchzogen von gelblichweissem Nebengestein, welches die Härte und das Aussehen von Quarz besitzt. Der mikroskopischen Untersuchung zufolge besteht dasselbe aus einem sehr feinkörnigen Aggregat von doppeltbrechenden Mineralien, unter denen Quarz und eine weisse glimmerähnliche Substanz (Kaliglimmer?) bei weitem vorherrschen; ein bräunlich- und grünlichgelbes, in Salzsäure leicht lösliches Zersetzungsproduct ist an einzelnen Stellen sehr gehäuft, vorzüglich an der Grenze des Gesteins gegen die Türkissubstanz. Der Quarz ist zuweilen in grösseren, schon bei schwacher Vergrösserung deutlich erkennbaren Körnern ausgeschieden; er ist sehr reich an äusserst kleinen rundlichen Einschlüssen mit unbeweglicher Libelle. Die Türkis-

Digitized by Google

substanz selbst, welche schon bei noch ziemlich beträchtlicher Dicke des Schliffs durchsichtig wird, erscheint unter dem Mikroskop als ein sehr feinkörniges homogenes Aggregat doppeltbrechender Theilchen. Irgendwelche charakteristische, in ihrer Structur abweichende Gebilde wurden in dem durchaus gleichmässigen Gesteinsgewebe nicht beobachtet, auch keine Andeutung einer Zersetzung, die eine Veränderung der Structur bedingt hätte; die mikroskopische Beschaffenheit erinnert somit in auffallender Weise an die früher beschriebene des sog. »persischen« Türkises (vgl. diese Zeitschr. **2**, 166). Nur eine kleine Verschiedenheit von jenem zeigte sich darin, dass hier in Folge des Umstandes, dass öfter eine grössere Anzahl nahe bei einander liegender einfacher Individuen parallel oder nahezu parallel orientirt sind, einzelne hellere Partien von etwa 0,1 — 0,2 mm Länge und Breite beim Drehen des Präparates aus dem Untergrunde hervorleuchten, welcher bei der im Allgemeinen regellosen Lage der kleinsten Theilchen des Aggregats sonst gleichmässig grau erscheint. An der Grenze der Türkissubstanz gegen das Nebengestein tritt zuweilen eine dünne Schicht radialfaseriger Gebilde auf, welche zum Theil einen concentrisch-schaligen Aufbau besitzen und mit den bei dem Türkis von Nichabur mitten im Gesteinsgewebe beobachteten Chalcedon-ähnlichen Bildungen identisch zu sein scheinen. Ueber die Vertheilung des Farbstoffs war, selbst bei Anwendung starker Vergrösserung, Nichts mit Sicherheit zu constatiren. Er scheint, wie im Türkis von Nichabur, eine dilute Vertheilung zu besitzen, ausserdem auch wohl noch in Form äusserst kleiner, unregelmässig vertheilter dunkeler Körperchen vorhanden zu sein. Ref.: H. Bücking.

7. **H. Fischer** (in Freiburg i. B.): **Die Mineralogie als Hilfswissenschaft für Archaeologie, Ethnographie u. s. w., mit specieller Berücksichtigung mexicanischer Sculpturen.** (Archiv für Anthropologie von Ecker und Lindenschmit, Band X. 1878. S. 177—214 u. 345—357). Der Verf. führt aus, von welch hoher Bedeutung für culturhistorische Studien die mineralogische Untersuchung der von den alten Völkern zu Sculpturarbeiten verwendeten Mineralien und Gesteine ist. Namentlich ist von Interesse die Entscheidung, ob ein Mineral oder Gestein sich in den Ländern derjenigen Völker selbst findet, bei welchen man die ersten aus ihm verfertigten Sculpturen antrifft, oder ob es von auswärts und dann woher es bezogen werden musste, welches die Handelsverbindungen, die Verkehrswege, die Handelsvölker dafür waren.

Als die am meisten zur Bearbeitung gelangten Mineralien werden genannt Quarz, Sapphir, Chrysoberyll, ferner solche Silicate, welche in hinreichend grossen Stücken vorkommen, um daraus Schnitzereien darstellen zu können, vorzüglich grünliche Kieselmineralien und zähe (z. B. Augit- und Hornblende-ähnliche) Substanzen; seltner wurden Gold, Meteoreisen, Schwefelkies, Rotheisenstein (Hämatit), Brauneisenstein, Magneteisen, Kallait, Kallainit, Apatit, Alabaster, Kalk und Dolomit benutzt. Von Gesteinen waren grünliche und anders gefärbte Thonschiefer, Hälleflinta, Diabas und Porphyr besonders beliebt.

Ueber die natürliche Verbreitung der in Betracht kommenden Mineralien und Gesteine, namentlich aber über das Vorkommen besonders ausgezeichneter und deshalb von jeher mit Vorliebe zur Anfertigung von Kunstgegenständen benutzter Varietäten werden viele sehr schätzbare Angaben gemacht; auch werden genaue Untersuchungen über das makroskopische und mikroskopische Verhalten verschiedener Mineralien von bekannten Fundorten mitgetheilt und als die bei der Unterscheidung der verschiedenen Vorkommnisse desselben Minerals in Betracht kommenden wesentlichen Charaktere die Beschaffenheit der mikroskopischen In-

Digitized by Google

terpositionen, die Farbe, die Vertheilung des Farbstoffs, der Durchsichtigkeitsgrad, das spec. Gewicht und die Härte hervorgehoben. Die Resultate der allgemeinen Untersuchungen, welche sich besonders auf einige Vorkommnisse von Carneol, Heliotrop, Lasurstein und Kallait ausdehnten, sind folgende:

I. Carneol: Ein zu einem Schmuckgegenstand verarbeiteter Carneol aus Kleinasien zeigte sich unter der Lupe dilut gefärbt. Ein anderes Stück Carneol von dort, ebenfalls geschliffen, besass in der schmutzig blutrothen, verwaschen gefärbten Grundmasse reichlich dunkelrothe Punkte eingestreut; im Dünnschliffe erkennt man in der fast farblosen Grundmasse überaus viele kleine und grosse blutrothe Flecken.

Carneol »aus dem Orient«, bei der Betrachtung mit der Lupe dem vorigen ähnlich, besitzt im Dünnschliffe eine farblose Grundmasse, in welcher winzige rothe Pünktchen, in schmalen Streifen angeordnet, durch farblose Streifen der Grundmasse getrennt erschienen; dazwischen treten vereinzelt grosse (schon mit Lupe erkennbare) blutrothe, verwaschene, meist längliche Flecken auf. — Ein zweites Stück Carneol »aus dem Orient« zeigt in einer farblosen Grundmasse als Träger des Pigments kleine braune bis schwarze Punkte, von welchen jeder einen seiner Grösse entsprechend weiten und lebhaft gefärbten orangerothen Hof um sich hat; zuweilen ist ein doppelter Hof vorhanden, der innere erscheint dann dunkler und scharf von dem äusseren abgegrenzt; letzterer besitzt zackige Ränder.

Carneol aus Palästina, unter der Lupe zum Theil farblos, zum Theil roth in wellen- und wolkenförmigen Streifen, zwischen welchen rothe Pünktchenreihen verlaufen.

Rother Eisenkiesel von den blauen Bergen in Australien besass im Dünnschliff eine theils fast farblose, theils striemenweise mehr und weniger lebhaft verwaschen roth gefärbte Grundsubstanz, in welcher das Pigment auf verschiedenartig sich durchkreuzenden sprungartigen Linien in Form winziger, staubartig feiner brauner Pünktchen vertheilt ist.

In einem Dünnschliff von künstlich zu Carneol gefärbtem Chalcedon liess sich schon bei 60facher Vergrösserung erkennen, dass das scheinbar verwaschen rothe Pigment nur aus separaten, wie ausgefranste Punkte oder Sternchen aussehenden Partikeln bestand, also ganz ähnlich wie bei natürlichen Carneolen angeordnet war.

II. Heliotrop: Er ist ein berg- bis lauchgrüner, mehr oder weniger undurchsichtiger Chalcedon, meist mit blutrothen Punkten und Tüpfeln, findet sich in Basalt, Basalt- und sog. Melaphyr-Mandelsteinen an mehreren Punkten in Europa, Asien und Neuholland. Im Dünnschliff zeigt der Heliotrop eine farblose Substanz (Chalcedon), in welchem dem sog. Helminth ähnliche grüne Gebilde (Chlorit) bald dicht durch die ganze Masse vertheilt, bald an einzelnen freien Stellen selbständig hervortreten. Dieses grüne Helminthpigment ist für die echten Heliotrope entscheidend; als unwesentlich sind die rothen Punkte zu betrachten, deren Pigment erdig ist (rother Eisenocker).

Ein Heliotrop aus Persien, sehr feinkörnig, mit rothen etwas ins Schmutziggelbe ziehenden Flecken, schmilzt an den feinsten Kanten zu farblosem Email; der von der Flammenspitze nicht direct getroffene Theil schwärzt sich. Im Dünnschliff beobachtet man in der farblosen Grundmasse das grüne Pigment in mannigfach in einander geschlungenen wurmförmigen Zeichnungen angeordnet, zuweilen auch in parallelen oder radialen Streifen, zwischen denen undurchsichtige dickere grüne Klumpen liegen. Das gelbrothe Pigment bildet theils ähnliche wurmförmige Zeichnungen, theils weniger durchscheinende, trübrothe grosse Punkte und Kugeln, oder Kugeln mit allseits von der Peripherie auslaufenden Fasern.

Digitized by Google

Heliotrop aus dem Kos(ch)akower Gebirg (Böhmen), dunkelgrün, ohne rothe Punkte, von einem scharf abgesetzten, breiten rothen Streifen durchzogen. Der Dünnschliff zeigt das grüne Pigment, im Ganzen dem im Vorigen ähnlich, mehr in dicken, plumpen, dicht an einander gedrängten und vielfach in einander verflossenen Wurmgebilden, stellenweise auch in tief dunkelgrünen, maschenförmig angeordneten oder fadenförmig ausgezogenen Pigmentpartikeln. In der makroskopisch roth scheinenden Partie beobachtet man unter dem Mikroskop gleichwohl das grüne Pigment sehr dicht in farbloser Grundmasse, reichlich besetzt mit röthlich durchscheinenden Fleckchen.

Ein Präparat von Heliotrop (von unbekanntem Fundorte) bietet theils ähnliche Erscheinungen wie die vorher erwähnten, theils lässt es eine ganz farblose, durchsichtige Partie erkennen mit allerfeinsten, festungsähnlichen Zeichnungen, in welche lichtgelbe, braunumsäumte rundliche Vorsprünge hineinragen; hier und da sind im ganzen Schliff schmutzig gelbe, braune und grünliche Fetzen von Eisenpigment zerstreut.

Anders verhält sich ein Heliotrop mit ganz vereinzelten rothen Flecken, angeblich aus Aegypten. Im Dünnschliffe erscheinen in ganz verschwommenem Bild streckenweise grüne, dicht gedrängte, wurmähnliche Zeichnungen; daneben schwimmen in fast farbloser Substanz einzelne wohl von einander abgegrenzte, duftige, kugelähnliche Gebilde, welche mit grünen Punktstäubchen besprengt sind. Ausserdem bemerkt man auch dicke dunkelgrüne, deutlich dendritisch gespaltete Eisenpigmentpartikel, die sich theilweise in feinere, fadenartige Gebilde (wie beim indischen Moosachat) auflösen.

In den brasilianischen Heliotropen haben die grünen Helminthpartikelchen die Neigung, sich baumartig zu verästeln, derart, dass die farblose Grundsubstanz nur wenig dazwischen sichtbar wird. Vereinzelt sind opake, braunrothe bis schwärzliche Pigmentpunkte.

Andere Stücke von Heliotrop nähern sich, in Folge ähnlicher Anordnung des grünen Pigments wie im ägyptischen Heliotrop, den Moosachaten.

Die dunkellauchgrünen Quarzvarietäten mit rothen Flecken und Streifen, welche keine Helminthpartikelchen in sich tragen, werden von den echten Heliotropen getrennt und als Prasma (der richtige Name statt Plasma) bezeichnet. Das Prasma findet sich in Mandelstein von Oberstein, in Porphyren bei Oppenau und im Gunzenbach bei Baden-Baden, in Kalkutta und Aegypten.

Ein angeblich aus Thibet stammendes Prasma mit breitem rothem Band zeigt nur spärlich die farblose, strahlig-faserige Quarzsubstanz; grösstentheils ist die Grundmasse mit grünem, theils verwaschenem, theils von schmutziggelben Striemen durchzogenem, theils in eine Art wurm- oder stabförmiger Gebilde differenzirtem Pigment imprägnirt. An einzelnen Stellen ist reichlich dunkel- bis schwarzgrüner und schmutzig brauner Farbstoff in einzelnen oder zusammengehäuften Körnern, ausserdem auch rothes Pigment ebenfalls in Gestalt kleiner, präciser, blutfarbiger Körnchen vorhanden. Neben alledem findet sich durch den ganzen Schliff verbreitet Magnetit sowohl in deutlichen Kryställchen als auch in unregelmässig gestalteten schwarzen Partikelchen.

Das Prasma von Oppenau, lauchgrün mit rothen Adern, enthält eine farblose Grundsubstanz und darin eingestreut unsäglich feine Staubpünktchen, welche die Farbe bedingen. Die rothen Streifen sind hervorgerufen durch eine scheinbar wirklich verwaschene rothe Farbe der Grundmasse, welche streifenweise abwechselnd lichter und intensiver erscheint; in ihr liegen ausserdem noch opake braunrothe Pigmentpünktchen und einzelne Magnetitoktaëder.

Digitized by Google

Ein Prasma von tieferer Färbung, von zweifelhaftem Fundort (Oppenau?) lässt selbst bei starker Vergrösserung die grüne, sowie die rothe Färbung der Grundmasse noch dilut erscheinen; nur ganz vereinzelt wurden rothe Pigmentpünktchen und -Fetzen in der Grundmasse eingestreut beobachtet.

III. Lasurstein. Fundorte für denselben sind die Tartarei, wo er in den Bergwerken gewonnen wird, China, Persien, Thibet, Vorderindien (an den Ufern des Indus, in graulichen Kalkstein eingesprengt), Sibirien (in Granit und körnigem Kalk, mit Quarz, Kalkspath, Feldspath, Glimmer, Eisenkies, Glaukolith, Stroganowit, Paralogit, Kokscharowit, Salit, Baikalit, Lavrofit, Apatit), Chile (in granitischem Gestein, von Kalkspath durchwachsen). Unter allen bis jetzt bekannt gewordenen scheint der Lasurstein aus der kleinen Bucharei (China) die tiefstblaue Farbe zu besitzen. Lasurstein vom Baikalsee schliesst kleine grauliche, durchscheinende Kryställchen von Apatit, und weissen Glimmer ein; Pyrit wurde an Stücken, welche zweifellos von dem angegebenen Fundort stammen, nicht beobachtet, soll sich aber dort finden. Ein Stückchen tiefblauen Lasursteins aus Kiangsi ist mit Pyrit und Calcit verwachsen, enthält aber keinen weissen Glimmer und keinen mit dem blossen Auge sichtbaren Apatit. Letzterer wird erst durch die chemische Probe deutlich erkannt; beim Erhitzen im Glasrohr zeigt sich die Erscheinung einer prachtvoll grünen Phosphorescenz, was vielleicht für dieses Vorkommen bezeichnend sein könnte. In Betreff der mikroskopischen Verhältnisse verweist der Verfasser auf seine frühern Untersuchungen (Kritische Studien, 1869. S. 40 bis 55).

IV. Kallait. Die Vorkommnisse vom Mosesbrunnen und vom Megarathal am Sinai, von Persien (Nichabur), sowie von Steine in Schlesien und Oelsnitz in Sachsen sind mikroskopisch untersucht und die Resultate kurz angegeben. Der Kallait vom Mosesbrunnen zeigt in einer überaus feinkörnigen Grundmasse concentrisch (wie bei einem sog. Erbsenstein) gebildete Stellen von derselben Substanz, welche abwechselnd aus durchsichtigeren und dann aus weniger durchsichtigen, anscheinend dichteren körnigen Lagen zusammengesetzt sind. Das braune Nebengestein besteht vorwiegend aus einer durch reichliches Eisenoxydhydrat gefärbten Masse, in welcher wasserklare Mineralfragmente (Feldspath?) eingebettet liegen.

Die weiteren Ergebnisse der Untersuchung, insbesondere von den anderen Vorkommnissen des Kallait, haben bereits in einer Arbeit in dem 2. Bande dieser Zeitschr. S. 163 ff. Berücksichtigung gefunden, sodass hier nicht mehr näher auf dieselben eingegangen zu werden braucht.

In dem specielleren Theile seiner Abhandlung, welche über mexikanische Kunstgegenstände handelt, macht der Verf. noch darauf aufmerksam, wie umgekehrt aus der mineralogischen Untersuchung der verarbeiteten Steine auch wichtige Resultate für die Mineralogie zu erwarten sind, da man aus der Verbreitung gewisser zu Sculpturen verwandten Mineralien und Gesteine einzig oder doch vorzugsweise in gewissen Gegenden möglicherweise Winke für das natürliche Vorkommen der betreffenden Substanzen erhält.

Sehr viele der mexikanischen Sculpturen bestehen aus einem durch Chrom grün gefärbten Quarz, welcher mit einem bald mehr bald weniger regelmässig vertheilten weicheren gelblichen (etwas zersetzten, ? feldspathartigen) Mineral durchwachsen ist. Der Dünnschliff lässt die smaragdfarbigen Pigmentflecken in den farblosen Partieen der ganz feinkörnigen, mit Aggregatpolarisation auftretenden Quarzmasse erkennen. Auch Jadeit von grünlichblauer, seltener smaragdgrüner bis grasgrüner Farbe wurde beobachtet; fraglicher Jadeit besitzt zum

Digitized by Google

Theil eine trüb lauchgrüne, zum Theil eine molkenbläuliche Farbe. Mehrere Figuren sind aus Saussurit, Nephrit und einem strahlsteinähnlichen Mineral, Chloromelanit (?), Chrysopras, gemeinem Quarz, Andesin (in der als Saccharit bezeichneten Varietät von feinstkörniger Textur), Apatit und Kalkspath (Marmor) geschnitzt. Von Gesteinen gelangten Saussurit- und Diallaggabbro, Diorit, Hornblendeschiefer, Porphyr, Variolit, Dolerit, Serpentin, Thonschiefer zur Verarbeitung. Nephrit, Jadeit und Chloromelanit, diese drei in culturhistorischer Beziehung so ausserordentlich wichtigen Mineralien sind bis jetzt in Mexiko noch nicht auf natürlicher Lagerstätte gefunden worden; sie könnten möglicherweise von Asien her in schon verarbeitetem Zustande eingeführt sein.

Ref.: H. Bücking.

8. **J. J. Pohl** (in Wien): **Eine einfache und sichere Unterscheidungsweise der echten Türkise und deren Nachahmungen** (Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1878. S. 364—369). Der Verf. bespricht die in neuerer Zeit mehrfach vorgekommenen Türkis-Imitationen, die sich von den früheren Producten, gewöhnlichen mit Kupferoxyd gefärbten Glasflüssen, wesentlich dadurch unterscheiden, dass sie nahezu gleiche chemische Zusammensetzung wie die echten Türkise besitzen und den letzteren auch in Farbe, Härte, Dichte, Bruch, ja selbst im Aussehen unter dem Mikroskop sehr ähnlich werden. Besonders erschwert wird die Unterscheidung der echten Türkise von deren Imitationen durch den Umstand, dass erstere je nach den Fundorten bald blau bald grün erscheinen und in Härte, Bruch, Glanz, Dichte, Grad der Pellucidität und Sprödigkeit, sowie in Intensität der Farbe und selbst in chemischer Zusammensetzung ziemlich variiren. Mit grossem Misstrauen betrachtet man in jüngster Zeit die sog. »Aegyptischen oder Alessandrinen-Türkise«, welche theils von der »Nasaiph-Quelle«*) zwischen Suez und Sinai, theils vom Megarathal am Sinai stammen. Sie sind im Allgemeinen den schon länger bekannten »Orientalischen« oder »Persischen« Türkisen (von Nichabour) zwar ähnlich, aber mehr weisslichblau, haben im Bruch und an der Oberfläche ein mehr glasiges Aussehen und besitzen eine etwas grössere Sprödigkeit. Bei Entscheidung der Frage, ob im gegebenen Fall in der That echte ägyptische Türkise oder nur Imitationen vorliegen, zeigen sich die früher angewandten Reactionen, darin bestehend, dass die Nachahmungen sich nicht vollständig in Salzsäure auflösen oder keine farblose Lösung geben, oder dass beim Einhalten eines Splitters in die Flamme eines Bunsen'schen Brenners keine grüne Flammen-Reaction, sondern eine starke Natron-Reaction vor oder zugleich mit der Kupferfärbung auftritt, nicht mehr stichhaltig. Dagegen ergibt sich als einfaches und sicheres Unterscheidungsmerkmal folgendes: Wird ein echter Türkis in einem bedeckten Platintigel bis zum Rothglühen erhitzt, so entsteht alsbald ein eigenthümliches Geräusch, ähnlich dem Verknistern des Kochsalzes, und der Türkis zerfällt nach dem Erkalten bei Berührung mit einem festen Körper zu einem tief braunschwarzen, erdigen Pulver**). Bei den Imitationen tritt bei gleichem Verfahren ein Verknistern nicht ein; die geglühte Masse schmilzt entweder zu einem mehr weniger blasigen Glase oder tritt zu einem festen harten Körper zusammen. Die Farbe ist dann durchgehends entweder rein blau bis

*) Der Fundort »Nasaiph-Quelle« und »Mosesbrunnen« ist identisch. D. Ref.

**) Vgl. d. Zeitschr. 2, 167. Ein Zerfallen in Pulver habe ich bei den bei Luftzutritt anhaltend geglühten Splittern und Blättchen nicht beobachtet. D. Ref.

Digitized by Google

blaugrün, oder nur im Innern blau und an der Oberfläche stellenweise braunroth. Ref.: H. Bücking.

9. M. Bauer (in Königsberg i. Pr.): **Beitrag zur Kenntniss der krystallographischen Verhältnisse des Cyanits** (Ztschr. d. deutsch. geolog. Gesellschaft. Jahrg. 1878. S. 283—326). Diese Arbeit gründet sich auf die Untersuchung eines reichen Materials (hunderte von einfachen und Zwillingskrystallen, darunter auch viele der von Kenngott zuerst beobachteten Kreuzzwillinge) von Chironico in Tessin. In der Einleitung hebt der Verf. die Mangelhaftigkeit unserer bisherigen Kenntniss des Cyanitsystems hervor, weist darauf hin, dass durch eine genaue Bestimmung der Zwillingsebene der Kreuzzwillinge ein Mittel zur Berechnung der Axenelemente geboten sei, zieht es indess vor. die letzteren mit Hülfe einer von ihm neubeobachteten Spaltungsfläche (welche die Lage einer Oktaidfläche besitzt) zu bestimmen. Unter den früheren Arbeiten werden diejenigen Hauy's, Phillips', Des Cloizeaux's, namentlich aber die von Mineralogen zu wenig beachtete Untersuchung »Ueber die magnetischen Axen der Krystalle und ihre Beziehung zur Krystallform und zu den optischen Axen« von Beer und Plücker, hervorgehoben. Verf. beobachtete folgende, durch eine Kugelprojektion veranschaulichte Flächen (die in Klammern stehenden Buchstaben sind diejenigen, womit Ref. dieselben Flächen bezeichnete, s. diese Zeitschr. Bd. III S. 5):

$M\,(m) = (100)\,\infty\bar{P}\infty$. $P\,(p) = (001)\,oP$. $o\,(k) = (1\bar{1}0)\,\infty'P$. $r\,(v) = (0\bar{1}1)\,'\bar{P},\infty$. $T\,(t) = (010)\,\infty\breve{P}\infty$. $n\,(q) = (011)\,,\breve{P}\infty$. $d = (310)\,\infty\bar{P}'3$. $k\,(e) = (210)'\infty\bar{P}'2$. $l\,(i) = (110)\,\infty P'$. $q = (120)\,\infty\breve{P}'2$.

Zu Axenebenen wurden demnach die durch Spaltbarkeit ausgezeichneten Flächen *M*, *T*, *P* (für *P* weist Verf. später nach, dass ihm nicht eine wahre Spaltung entspreche, dass sie vielmehr eine Gleitfläche sei) gewählt, aus denen bereits Hauy seine Primitivform bildete. *M* besitzt die vollkommenste, *T* die zweite Spaltbarkeit. *P* erscheint nur sehr selten als wirkliche Krystallfläche, dann matt, wie alle andern natürlichen Endflächen. Nicht nur die Kanten von *M*, *T* und *P*, sondern auch alle anderen zeigen sehr schwankende Werthe; die Differenz der Messungen von *M* : *P* beträgt mehr als 2°. Der Grund dieser Störungen wird zum Theil in der Flächenkrümmung gesucht. Verf. zieht demnach vor, die Phillips'schen Winkel von *M*, *T* und *P* (resp. der Axenebenen) beizubehalten, indem er nur bei Diskussion einzelner Krystalle von neuen eigenen Messungen ausgeht. Zu der bekannten Streifung auf *M* übergehend, wird betont, dass den Streifen Spalten oder Risse entsprächen, welche parallel *P* den Krystall entweder nur zum Theil oder ganz durchsetzen. Den Messungen von Phillips zufolge beträgt der ebene Winkel auf *M* 90° 15′ (resp. 89° 45′). Nach des Verf. Ermittlungen würde dieser Winkel etwas grösser sein und 90° 23½′ (resp. 89° 36½′) betragen. Dem blossen Auge sollen diese ebenen Winkel indess bedeutend mehr vom rechten Winkel abzuweichen scheinen. [Diese grösseren Abweichungen können offenbar nur von Störungen und Unregelmässigkeiten herrühren; ferner ist absolut nicht einzusehen, warum jene Störungen die Abweichung vom rechten Winkel nicht auch verkleinern und die Wahrnehmung der supponirten Schiefe des Winkels erschweren, ja illusorisch machen können. — Der Ref.] Ausser den bereits angeführten Spaltungsrichtungen erkannte der Verf. noch zwei andere, welche sich durch Sprünge auf *M* verrathen. Das eine System von Rissen, welches der Kante

Digitized by Google

r (v) : M entspricht und nicht gar selten zu beobachten ist, bietet ein Mittel dar, den scharfen und den stumpfen ebenen Winkel auf M zu unterscheiden. Der scharfe Winkel liegt nämlich in den Dreiecken, welche die Sprünge mit den Kanten P : M und o (k) : M bilden. Als normale Stellung wird diejenige bezeichnet, in welcher T vorne rechts liegt, und die Kante P : M ein wenig zur Rechten sich senkt. [Dem Ref. ist es trotz vorurtheilsfreier Prüfung nicht gelungen, eine Abweichung vom rechten Winkel wahrzunehmen, welche nicht augenscheinlich durch Störungen oder Krümmung der Prismen verursacht wäre; die Sprünge parallel r wurden zwar andeutungsweise in seltenen Fällen vom Ref. wahrgenommen, es gelang aber nicht, dieselben mit der Sicherheit wieder aufzufinden, dass sie zur Orientirung der Krystalle hätten dienen können.] Ein ferneres Hülfsmittel zur richtigen Stellung gewährt die Lage der opt. Axenebene. Dieselbe geht durch den scharfen ebenen Winkel auf M, also diagonal von links oben nach rechts unten (nicht durch den stumpfen ebenen Winkel auf M, wie es vielfach angeführt wird — wahrscheinlich in Folge einer missverstandenen Stelle der Beer-Plücker'schen Arbeit). — Nächst M, T, P ist o (k) am häufigsten. k (e), l (i), q und d sind meist schmal und rauh; die beiden ersteren erscheinen nicht selten, q und d wurden nur ein einziges Mal beobachtet. n und r sind rauh, matt, löcherig; in Combination mit der gleichfalls rauhen P ziemlich häufig (s. die Fig. in G. Rose's Krystallochem. Mineralsystem S. 78). Die Spaltung parallel r, welche zur Bestimmung der Axenelemente diente, ist nur sehr selten wahrnehmbar. Willkürlich darstellen lässt sie sich gar nicht, dazu ist sie viel zu versteckt; auch in den beiden Krystallen (unter Hunderten, an denen sie allein beobachtet wurde) ist sie nur in treppenförmigen Absätzen vorhanden, sodass eine ganz rauhe und unregelmässige Begrenzung der Prismen entsteht«. Von den Messungen der Fläche r (welche den Axenelementen zu Grunde gelegt wurden) wird betont, dass »dieselben alle mit sehr erheblichen Fehlern behaftet sind«. Der Fläche n, welche nur als rauhe Begrenzungsfläche in der von G. Rose gezeichneten Combination beobachtet wurde, scheint ebenfalls eine — nur noch weit schwieriger darstellbare Spaltung zu entsprechen. Mehrere bereits von Hauy resp. Lévy angeführte Flächen liessen sich — wegen fehlender Sicherheit in der Bestimmung — nicht mit Bestimmtheit auf die neu gewählten Axen beziehen. Da an keinem der zur Verfügung stehenden Krystalle 5 Kanten gemessen werden konnten, so wurden der Berechnung der Axenelemente ausser 3 an einem und demselben Krystall gemessenen Winkeln (T : r = 123° 11′; M : r = 90° 36′: M : T = 73° 39′) zwei von Phillips bestimmte P : o = 83° 8′ und P : M = 79° 10′ zu Grunde gelegt. Daraus ergeben sich folgende Elemente:

$$a : b : c = 0.89912 : 1 : 0.69677$$
$$\alpha = 90° 23'.\ \beta = 100° 18'.\ \gamma = 106° 1'$$
$$A = 93\ 24.\ B = 100\ 50.\ C = 106\ 21.$$

[Die Uebereinstimmung dieser Elemente mit denjenigen, welche Ref. aus seinen Messungen, s. oben S. 4, ableitete, darf wohl als über Erwarten gross bezeichnet werden].

Die Zwillinge, welche eine besonders eingehende Erörterung finden, werden unterschieden in solche nach der Fläche M, in solche nach P, endlich in Kreuzzwillinge. Die erste Abtheilung (nach M) umfasse drei Gesetze, über deren richtigen Ausdruck der Verf. indess zum Theil in Zweifel bleibt. 1) Drehungsaxe ist eine Normale zu M. Dies Gesetz ist häufiger als alle anderen zusammengenommen. Sowohl die verticalen Flächen als auch die P bilden einspringende Kanten.

Digitized by Google

Sind die Enden der Krystalle nicht zu beobachten, so bietet die übereinstimmende Lage der opt. Axenebene in beiden Individuen (sie verhalten sich wie ein einfacher Krystall) ein sicheres Kennzeichen dar. Auch die Sprünge parallel *r* sind gleichsinnig und parallel in beiden Individuen. 2) Drehungsaxe ist die in *M* liegende Normale zur Kante *M* : *T*. Diese Zwillinge zeigen einspringende Kanten in der Prismenzone, während die *P* sehr nahe in ein Niveau fallen. Die opt. Axenebenen haben eine gekreuzte Lage [Gegen den Ausdruck dieses Gesetzes muss das Bedenken geltend gemacht werden, dass weder Drehungsaxe, noch Zwillingsebene krystallonomische Werthe sind.]. Ein anderer Ausdruck steht dem obigen nahe: Drehungsaxe ist die Kante *M* : *P*. Unter Voraussetzung dieses Gesetzes können — wenn wirklich die ebenen Winkel auf *M* schiefe sind — die Prismenflächen beider Individuen nicht vollkommen in eine Zone fallen. Verf. sucht zu ermitteln, ob beide Gesetze vorkommen, oder — wenn nur eines — welches? Nur 4 Krystalle konnten zur Untersuchung dieser Fragen benutzt werden: bei einem Krystall lagen die Prismenflächen unzweifelhaft in einer Zone, bei zweien war es ebenso bestimmt nicht der Fall, beim vierten blieb die Sache zweifelhaft. Indem der Verf. diesen Beobachtungen eine völlig beweisende Kraft nicht glaubt beimessen zu dürfen, nimmt er dennoch an, dass das Gesetz, wie es zuerst von Beer und Plücker formulirt wurde (Drehungsaxe die Normale zur Verticalen), die grössere Wahrscheinlichkeit für sich habe, er lässt es demnach dahingestellt, ob auch das andere Gesetz, bei welchem die basischen Flächen vollkommen in eine Ebene, nicht aber die Prismenflächen in eine gemeinsame Zone fallen würden, existirt. [Diese ganze Unterscheidung wird unter der vom Ref. oben nachgewiesenen Voraussetzung, dass der ebene Winkel auf *M* ein rechter ist, hinfällig]. 3) Drehungsaxe ist die Kante *M* : *T* oder die Verticale. Die Prismenflächen beider Individuen fallen in gleiche Ebenen, während die *P* einen einspringenden Winkel bilden. Wenn die Endigung des Zwillings nicht zu beobachten, so könnte man ihn für einen einfachen Krystall halten. Indess lässt die gekreuzte Lage der opt. Axenebenen, sowie die Divergenz der Kanten *P* : *M* und der ihnen parallelen Sprünge und Risse, auch hier den Zwilling leicht erkennen. Der Verf. lässt es übrigens unentschieden, ob nicht dem eben formulirten Gesetze ein anderes sehr ähnliches zu substituiren sei: Drehungsaxe eine in *M* liegende Normale zur Kante *M* : *P*. [Dieser Ausdruck ist aus dem eben bereits angedeuteten Grunde, dass nämlich Drehungsaxe und Zwillingsebene nicht krystallonomische Werthe sind, — sehr unwahrscheinlich.] »Eine definitive Entscheidung muss bis zur Auffindung besserer Krystalle verschoben bleiben.« Eine eingehende Besprechung wird den feinen Zwillingslamellen gewidmet, welche parallel *M* manchen Krystallen eingeschaltet sind und welche wahrscheinlich dem 1. Gesetze folgen. — Die Zwillinge nach *P* werden definirt: 4) Beide Individuen haben *P* gemein und sind um eine zu *P* normale Axe gedreht. Es entstehen einspringende Winkel auf den Prismenflächen. Dies Gesetz manifestirt sich in Form eingeschalteter Lamellen, welche auffallend an die Lamellen des Kalkspaths parallel dem ersten stumpfen Rhomboëder erinnern. In undeutlicher Ausbildung (wobei die Lamellen durch eine Querrunzelung angedeutet sind) ist diese Zwillingsverwachsung gar nicht selten, mit vollkommener Klarheit ausgebildet wurde sie indess nur an zwei Krystallen gefunden, welche beide Doppelzwillinge nach dem 2. und 4. Gesetze sind: — Ein Zwilling nach dem 2. Gesetz (mit parallelen oder fast parallelen Flächen *P*) werde durch viele Schnitte parallel *P* getheilt, dann die alternirenden Segmente um 180° gedreht. Der Verf. untersucht nun die gegenseitige Stellung zweier Individuen dieses Doppelzwillings, »welche über Eck liegen,

Digitized by Google

also nur eine Kante $P : M$ gemein haben«, und findet, dass das eine Individ, bei gemeinsamer Fläche P, um eine in P liegende Normale zur Kante $P : M$ gedreht ist. Er sieht hier »ein weiteres Zwillingsgesetz realisirt, das fünfte, das wir nun am Cyanit mit Sicherheit [?] kennen gelernt haben«. Der nächste Satz äussert indess über die Existenz dieses 5. Zwillingsgesetzes wieder die begründetsten Zweifel. Für den Fall, dass nämlich die P beider Individuen nicht in ein Niveau fallen (und dies kann nicht sein, wenn das 2. Gesetz nach dem Vorgang von Beer und Plücker definirt wird, — wie es in der That vom Verf. geschehen), hat jenes 5. Gesetz nicht in aller Strenge Geltung. »Die vorliegenden Krystalle sind aber ganz ungeeignet, dies entscheiden zu lassen«. [Das 5. Gesetz — wenn es gestattet ist, zwei nur mittelbar verbundene Individuen eines Doppelzwillings als Zwilling anzusehen — kann überhaupt bei dem Doppelzwilling (gebildet nach dem 2. und 4. Gesetz) nur statthaben, wenn der ebene Winkel der Kanten $P : M$ und $T : M$ ein rechter ist]. — Es gelang dem Verf., die Zwillingsebene der merkwürdigen Kreuzzwillinge, welche bisher krystallonomisch noch nicht genau bekannt waren, zu bestimmen: $s = (\bar{1}\,\bar{2}\,1)$ $2\breve{P},2$. Die Individuen sind mit dieser Ebene zugleich verbunden; ihre verticalen Axen bilden annähernd den Winkel von 30^0. Eine Diskussion der Fläche P als einer Gleitfläche und ein Vergleich derselben mit den entsprechenden Flächen des Kalkspath, Glimmer und Steinsalz schliesst die Abhandlung, welche einen werthvollen Beitrag zur Kenntniss eines der merkwürdigsten Mineralien liefert. Ref.: G. vom Rath.

10. J. Krejčí (in Prag): **Zur Theorie der Zwillingskrystalle** (Sitzungsber. der böhm. Gesellschaft der Wissensch. Jahrg. 1877, S. 311—315). Bedeuten für einen Zwillings-Krystall des asymmetrischen Systems $a\,b\,c$ die Parameter einer Fläche des I. Individs, a, b, c, die Parameter der entsprechenden Fläche des II. Individs, $a'\,b'\,c'$ die Parameter der Zwillingsebene, $\xi\,\eta\,\zeta$ die von den Kanten, $X\,Y\,Z$ die von den Flächen des Axensystems eingeschlossenen Winkel, und ist

$$\begin{aligned} X' &= \cos X \sin\eta \sin\zeta \\ Y' &= \cos Y \sin\zeta \sin\xi \\ Z' &= \cos Z \sin\xi \sin\eta \end{aligned}$$

so bestehen die Gleichungen*):

$$\begin{aligned} \sigma a, = {} & (a'^2 \sin^2\xi - b'^2 \sin^2\eta - c'^2 \sin^2\zeta + 2X'b'c')\,a + \\ & 2a'\,(b' \sin^2\eta - X'c' - Z'a')\,b + 2a'\,(c' \sin^2\zeta - X'b' - Y'a')\,c \\ \sigma b, = {} & (b'^2 \sin^2\eta - c'^2 \sin^2\zeta - a'^2 \sin^2\xi + 2Y'c'a')\,b + \\ & 2b'\,(c' \sin^2\zeta - Y'a' - X'b')\,c + 2b'\,(a' \sin^2\xi - Y'c' - Z'b')\,a \\ \sigma c, = {} & (c'^2 \sin^2\zeta - a'^2 \sin^2\xi - b'^2 \sin^2\eta + 2Z'a'b')\,c + \\ & 2c'\,(a' \sin^2\xi - Z'b' - Y'c')\,a + 2c'\,(b' \sin^2\eta - Z'a' - X'c')\,b \end{aligned}$$

Ref.: Th. Liebisch.

11. Ed. Selling (in Würzburg): **Ueber die binären und ternären quadratischen Formen** (Borchardt's Journal für reine und angewandte Mathematik. Bd. 77. S. 143. 1874. — Uebersetzt in: Liouv. Journ. de mathém. (3) t. III. 1877). C. Fr. Gauss hat in seiner Anzeige von Seeber's Untersuchungen über die

*) Dieselben befinden sich in Uebereinstimmung mit den Transformationsgleichungen (104) d. Zeitschr. 2, 86 und (113) d. Zeitschr. 2, 226. D. Ref.

Digitized by Google

ternären quadratischen Formen 1831 eine Reihe von Gesichtspunkten für die Anwendung dieser Formen auf die Geometrie der Krystalle eröffnet. Im Anschluss hieran behandelt Ed. Selling in einem, der französischen Uebersetzung seiner Abhandlung beigegebenen Nachtrage (a. a. O. pag. 58—60) die Beziehung zwischen der Classification der ternären Formen und der Anordnung der Krystalle in Krystallsysteme.

Bedeuten (a), (b), (c) der Länge und Richtung nach drei Strecken (Axen) im Raume, so stellt der Inbegriff der Endpunkte der von ein und demselben Anfangspunkte ausgehenden, symbolisch mit:

$$x\,(a) + y\,(b) + z\,(c)$$

zu bezeichnenden Strecken, worin x, y, z alle ganzen Zahlen bedeuten, ein System parallelepipedisch geordneter Punkte dar. Versteht man unter dem Product zweier solcher Strecken das Product ihrer absoluten Längen mal dem Cosinus ihres Richtungsunterschiedes*), so wird das Quadrat der Strecke $x\,(a) + y\,b) + z\,(c)$, also das Quadrat ihrer Länge dargestellt durch die ternäre quadratische Form:

$$\mathfrak{f}\,(x, y, z) = \mathfrak{a}\,x^2 + \mathfrak{b}\,y^2 + \mathfrak{c}\,z^2 + 2\,\mathfrak{g}\,y\,z + 2\,\mathfrak{h}\,z\,x + 2\,\mathfrak{k}\,x\,y$$

Die adjungirte Form von $\mathfrak{f}$ ist:

$$\mathfrak{F}\,(\xi, \eta, \zeta) = \mathfrak{A}\,\xi^2 + \mathfrak{B}\,\eta^2 + \mathfrak{C}\,\zeta^2 + 2\,\mathfrak{G}\,\eta\,\zeta + 2\,\mathfrak{H}\,\zeta\,\xi + 2\,\mathfrak{K}\,\xi\,\eta$$

deren Coefficienten die Unterdeterminanten von:

$$\begin{vmatrix} \mathfrak{a} & \mathfrak{k} & \mathfrak{h} \\ \mathfrak{k} & \mathfrak{b} & \mathfrak{g} \\ \mathfrak{h} & \mathfrak{g} & \mathfrak{c} \end{vmatrix}$$

sind. Bezeichnet man symbolisch mit $(\mathfrak{A})$ ein seinem Flächeninhalt und der Lage der Ebene nach bestimmtes Ebenenstück, und das Analoge mit $(\mathfrak{B})$ $(\mathfrak{C})$; versteht man ferner unter dem Product zweier solcher Ebenenstücke das Product ihrer Flächeninhalte mal dem Cosinus ihres Richtungsunterschiedes, so wird**):

$$(\mathfrak{A}) \,.\, (\mathfrak{A}) = \mathfrak{A},\ (\mathfrak{B}) \,.\, (\mathfrak{B}) = \mathfrak{B},\ (\mathfrak{C}) \,.\, (\mathfrak{C}) = \mathfrak{C},$$
$$(\mathfrak{B}) \,.\, (\mathfrak{C}) = \mathfrak{G},\ (\mathfrak{C}) \,.\, (\mathfrak{A}) = \mathfrak{H},\ (\mathfrak{A}) \,.\, (\mathfrak{B}) = \mathfrak{K}.$$

Selling führt neue Coefficienten $\mathfrak{l}$, $\mathfrak{m}$, $\mathfrak{n}$, $\mathfrak{d}$ und $\mathfrak{L}$, $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{N}$, $\mathfrak{D}$ durch folgende Gleichungen ein:

$$\mathfrak{l} = -\,(\mathfrak{a} + \mathfrak{h} + \mathfrak{k}) \qquad \mathfrak{L} = -\,(\mathfrak{A} + \mathfrak{H} + \mathfrak{K})$$
$$\mathfrak{m} = -\,(\mathfrak{b} + \mathfrak{k} + \mathfrak{g}) \qquad \mathfrak{M} = -\,(\mathfrak{B} + \mathfrak{K} + \mathfrak{G})$$
$$\mathfrak{n} = -\,(\mathfrak{c} + \mathfrak{g} + \mathfrak{h}) \qquad \mathfrak{N} = -\,(\mathfrak{C} + \mathfrak{G} + \mathfrak{H})$$
$$\mathfrak{d} = -\,(\mathfrak{l} + \mathfrak{m} + \mathfrak{n}) = \mathfrak{f}\,(1, 1, 1)$$
$$\mathfrak{D} = -\,(\mathfrak{L} + \mathfrak{M} + \mathfrak{N}) = \mathfrak{F}\,(1, 1, 1)$$

Mit Hülfe dieser Ausdrücke nimmt die Carnot'sche Relation zwischen den Cosinus der von vier Flächen eingeschlossenen Winkel die Gestalt an:

$$\begin{vmatrix} \mathfrak{A} & \mathfrak{K} & \mathfrak{H} & \mathfrak{L} \\ \mathfrak{K} & \mathfrak{B} & \mathfrak{G} & \mathfrak{M} \\ \mathfrak{H} & \mathfrak{G} & \mathfrak{C} & \mathfrak{N} \\ \mathfrak{L} & \mathfrak{M} & \mathfrak{N} & \mathfrak{D} \end{vmatrix} = 0$$

*) Diese Symbolik findet sich im Gauss'schen Nachlass (Werke, Bd. II. S. 305), bei Hermann Grassmann, Geometrische Analyse 1847 und bei O' Brien, Phil. Mag. 1847 p. 139. D. Ref.

**) Ueber die geometrische Interpretation von $\mathfrak{F}$ vgl. A. Bravais, Mémoire sur les systèmes formés par des points distrib. régulièrement dans l'espace. 1849. (§ VI. Des Assemblages polaires.) D. Ref.

Digitized by Google

wenn man Zeilen und Reihen der Determinante mit $\sqrt{\mathfrak{A}}$, $\sqrt{\mathfrak{B}}$, $\sqrt{\mathfrak{C}}$, $\sqrt{\mathfrak{D}}$ theilt. Analog erhält man für vier Gerade im Raume:

$$\begin{vmatrix} \mathfrak{a} & \mathfrak{l} & \mathfrak{h} & \mathfrak{l} \\ \mathfrak{l} & \mathfrak{b} & \mathfrak{g} & \mathfrak{m} \\ \mathfrak{h} & \mathfrak{g} & \mathfrak{c} & \mathfrak{n} \\ \mathfrak{l} & \mathfrak{m} & \mathfrak{n} & \mathfrak{d} \end{vmatrix} = 0$$

wenn man Zeilen und Reihen der Determinante mit $\sqrt{a}$, $\sqrt{b}$, $\sqrt{c}$, $\sqrt{d}$ theilt*).

Wäre der Fr. Naumann'sche Satz, demzufolge die Tangenten tautozonaler Flächenwinkel zu einander in rationalem Verhältniss stehen, richtig, so müssten auch die Coefficienten der ternären Formen $\mathfrak{f}$ und $\mathfrak{F}$ rationale Verhältnisse besitzen. Dem widersprechen, wenn die Krystalle des regulären Systems ausgeschlossen werden, die thermischen Eigenschaften der Krystalle. Dagegen ist folgender Satz ohne Ausnahme gültig: Das Doppelverhältniss von vier Flächenwinkeln in einer Zone und von vier Kantenwinkeln in einer Fläche ist eine rationale Zahl. **)

Die möglichen Krystallsysteme werden durch die reducirten Formen $\mathfrak{f}$ bestimmt. Die denselben zugehörigen Tetraëder, welche durch die Substitution:

$$\begin{vmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{vmatrix}$$

in einander übergehen, stellen nur hemiëdrische Krystallformen dar. Die Zahl λ, welche in den Fällen 1 bis 5 des Abschnittes III, b (die Transformationen der Formen in sich selbst, Borch. Journ. S. 170) mit k identisch ist, giebt an, wie oft die Tetraëder mit sich selbst zur Coincidenz kommen.

Die allgemeine Form $\mathfrak{f}$ entspricht einem Krystallformencomplex des asymmetrischen Systems. — Den Fällen (1) und (2) $\mathfrak{a} = \mathfrak{b}$, $\mathfrak{g} = \mathfrak{h}$; $\mathfrak{a} = \mathfrak{c}$, $\mathfrak{g} = \mathfrak{l}$; $\mathfrak{g} = \mathfrak{l}$, $\mathfrak{h} = \mathfrak{m}$ oder $\mathfrak{g} = \mathfrak{l}$, $\mathfrak{l} = \mathfrak{n}$ entsprechen Krystalle des monosymmetrischen Systems. $k = 2$. — Ist $\mathfrak{g} = \mathfrak{l}$, $\mathfrak{h} = \mathfrak{m}$, $\mathfrak{l} = \mathfrak{n}$, so erhält man mit Hülfe der Substitution

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

---

*) Diese Formeln gehen aus (82) und (38) d. Zeitschr. Bd. I S. 143 und 144 hervor, wenn man die Coordinaten der Einheitsfläche resp. der Einheitskante einträgt und die Beziehungen berücksichtigt:

$$\Delta_{23} = \frac{\mathfrak{G}}{\sqrt{\mathfrak{B}\mathfrak{C}}}, \quad \Delta_{31} = \frac{\mathfrak{H}}{\sqrt{\mathfrak{A}\mathfrak{C}}}, \quad \Delta_{12} = \frac{\mathfrak{K}}{\sqrt{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}},$$

$$-\frac{\sum_i \frac{\Delta_{1i}}{a_i}}{\sum_{ik} \frac{\Delta_{ik}}{a_i a_k}} = \frac{\mathfrak{L}}{\sqrt{\mathfrak{A}\mathfrak{D}}}, \quad -\frac{\sum_i \frac{\Delta_{2i}}{a_i}}{\sum_{ik} \frac{\Delta_{ik}}{a_i a_k}} = \frac{\mathfrak{M}}{\sqrt{\mathfrak{B}\mathfrak{D}}}, \quad -\frac{\sum_i \frac{\Delta_{3i}}{a_i}}{\sum_{ik} \frac{\Delta_{ik}}{a_i a_k}} = \frac{\mathfrak{N}}{\sqrt{\mathfrak{C}\mathfrak{D}}}$$

$$c_{23} = \frac{\mathfrak{g}}{\sqrt{\mathfrak{b}\mathfrak{c}}}, \quad c_{31} = \frac{\mathfrak{h}}{\sqrt{\mathfrak{c}\mathfrak{a}}}, \quad c_{12} = \frac{\mathfrak{l}}{\sqrt{\mathfrak{a}\mathfrak{b}}},$$

$$-\frac{\sum_i c_{1i} a_i}{\sum_{ik} c_{ik} a_i a_k} = \frac{\mathfrak{l}}{\sqrt{\mathfrak{a}\mathfrak{b}}}, \quad -\frac{\sum_i c_{2i} a_i}{\sum_{ik} c_{ik} a_i a_k} = \frac{\mathfrak{m}}{\sqrt{\mathfrak{b}\mathfrak{b}}}, \quad -\frac{\sum_i c_{3i} a_i}{\sum_{ik} c_{ik} a_i a_k} = \frac{\mathfrak{n}}{\sqrt{\mathfrak{c}\mathfrak{b}}}.$$

D. Ref.

**) Vergl. d. Zeitschr. 3, 28. D. Ref.

Digitized by Google

drei rechtwinklige Axen; ebenso in dem Falle (3) $a = b$, $c = b$, $g = h = l = m$. $k = 4$. — Der Fall (4) $a = b = c$, $g = h = f$, $l = m = n$ führt auf das rhomboëdrische System. $k = 6$. — Der Fall (5) $a = b = c = b$, $g = h = f = l = m = n$ giebt das reguläre System. $k = 24$. — Die unter (8) angegebenen Fälle $\lambda = 2, 4, 12$ leiten zu dem monosymmetrischen, rhombischen, hexagonalen System; und die unter (9) angeführten Fälle $\lambda = 4, 8, 12$ entsprechen Krystallformencomplexen des rhombischen tetragonalen und regulären Systems.

Ref.: Th. Liebisch.

12. P. Trippke (in Breslau): **Beiträge zur Kenntniss der schlesischen Basalte und ihrer Mineralien** (Inauguraldissertation, Breslau 1878, auch: Zeitschr. d. d. geolog. Ges. 1878, S. 145—210). In dieser Abhandlung werden folgende Mineralvorkommen beschrieben:

Kalkspath aus dem Basalt vom Breitenberg bei Striegau in sattelförmig gekrümmten Aggregaten kleiner Rhomboëder — $\frac{1}{2}R$ $(01\bar{1}2)$, durch deren Abweichung vom Parallelismus bei fortgesetzter Anlagerung schliesslich vollkommen kugelige Anhäufungen gebildet werden, deren Inneres radialstrahlig ist, manchmal auch durch Unterbrechungen der Bildung concentrisch schaalig.

Hyalith ebendaher in nadelförmigen Perimorphosen (über Aragonit?) und als Ueberzug kleiner Titaneisenkryställchen.

Tridymit, von demselben Fundort, bildet die Oberfläche von Quarzbrocken, welche von eingeschmolzenen Granitstücken herrühren; die 1—$1\frac{1}{2}$ mm grossen Täfelchen zuweilen wasserhell, meist aber trübe, auf Augit aufgewachsen; Combination (0001) oP, $(10\bar{1}0)$ ∞P, sehr untergeordnet $(10\bar{1}1)P$ [hexagonal aufgefasst]; ausser einfachen Krystallen auch keilförmige Zwillinge in vollständiger Durchwachsung. Dasselbe Mineral wurde auch in einem Hohlraum des Striegauer Spitzberges gefunden, jedenfalls auch hier durch Einwirkung des geschmolzenen Basaltes auf einen eingeschlossenen Quarz-, resp. Granitbrocken gebildet (vergl. d. Zeitschr. 2, 320).

Enstatit und Diallag aus den Olivinknollen des Gröditzberges bei Goldberg (auch im Jahrb. f. Min. u. Geol., 1878, S. 673—681 abgedruckt). Beide Mineralien bilden eine äusserst regelmässige lamellare Verwachsung analog dem gewöhnlichen Zwillingsgesetze des Augit, d. h. einen Wechsel dünner Lamellen des ersteren, parallel dem Brachypinakoid, mit solchen aus Diallag bestehend und parallel dessen Orthopinakoid (im Original werden Brachy- und Makropinakoid beider Mineralien fortwährend verwechselt. — D. Ref.).

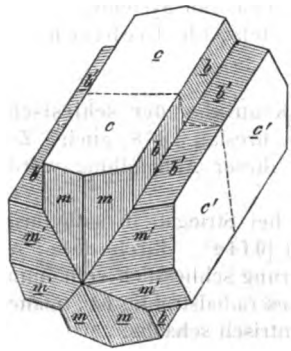
Phillipsit von Sirgwitz bei Löwenberg*). Dieser Zeolith findet sich in bis 7 mm breiten und 12 mm langen Krystallen in den Hohlräumen des schlackigen Basaltes, welcher in dem Tuffmantel der festen Gesteinsmasse enthalten ist. Die ringsum ausgebildeten Krystalle, welche in dem zuweilen die Hohlräume erfüllenden Bol sitzen, sind meist ganz zersetzt, weniger diejenigen, welche in sonst leeren Hohlräumen aufgewachsen sind. Der Sirgwitzer Phillipsit zeigt die Form desjenigen von Nidda (s. Fig. a. folg. S.), und an frischen Exemplaren beobachtet man auch dieselbe Streifung in den einspringenden Winkeln. Die optische Untersuchung zeigte an Schliffen $\parallel c = (001)\,oP$ einheitliche Auslöschung parallel der Klinodiagonale; die senkrecht zu letzterer Richtung gelegten Schliffe, welche dem-

*) Ausserdem abgedruckt im Jahrb. f. Min. und Geol. 1878, S. 681—698. Vergl. die weiter oben (S. 42—72) mitgetheilte Arbeit von Fresenius, besonders S. 47.

Digitized by Google

nach einen kreuzförmigen Querschnitt haben, erwiesen sich als aus zwölf Sectoren zusammengesetzt, von denen vier, die äussersten Theile der Kreuzesarme bildend, diesen Armen parallele Schwingungsrichtungen besitzen. Ein Schnitt nach $b = (010)\ \infty P\infty$ des in der Figur aufrecht stehenden Zwillings möglichst durch dessen Mitte gelegt, so dass nur geringe, nach der Mitte sich auskeilende Theile des andern Zwillings darin enthalten sind, zeigte nicht, wie erwartet, eine Zusammensetzung aus vier Sectoren (vergl. die für Desmin gültige Fig. 3 d. Taf. XVIII im 2. Bd. d. Zeitschr.), sondern mit weiteren diagonalen Grenzen eine Zusammensetzung aus acht Theilen, von denen nur die vier an den Flächen (001) angrenzenden den erwarteten vier Sectoren entsprechen. Diese besitzen eine $22^1/_2{}^0$ gegen (001) geneigte Schwingungsrichtung, und zwar ist die der beiden senkrecht zu dieser Ebene an einander grenzenden entgegengesetzt geneigt. Die andern vier, an den Prismenflächen angrenzenden Sectoren mit abweichender Auslöschungsschiefe deutet der Verf. als Theile von zwei andern Doppelzwillingen, welche die ersteren senkrecht durchdringen (man vergl. die Fig. 181 in Des Cloizeaux, Man. d. Min.), wobei die Prismenfläche *m* die Zwillingsebene für die Verwachsung je zweier solcher Vierlinge bildet. Die gleiche Deutung erfahren auch die acht schief auslöschenden Sectoren der oben erwähnten kreuzförmigen Schnitte senkrecht zur Klinodiagonale; von diesen besitzen nämlich die kreuzweise gegenüberliegenden parallele Auslöschungen, zwei benachbarte eine gegen die Grenze gleich, aber entgegengesetzt geneigte Schwingungsrichtung, und zwar liegen letztere keinem Kreuzesarme parallel, sondern bilden mit diesen und deren Diagonalen, d. h. mit den Grenzen der acht Sectoren, $7-8^0$. Fasst man diese acht Sectoren in der oben angegebenen Weise auf, so entspricht die Schnittrichtung der in Rede stehenden Platte bei ihnen dem Klinodoma $(011)\ \breve{P}\infty$ beider nach *m* eingelagerten Vierlinge; sie werden demnach von der Ebene des Schnittes sämmtlich gleichartig getroffen, müssen also alle gleiche Auslöschungsschiefe, nur abwechselnd nach entgegengesetzten Seiten geneigt, besitzen, wie es in der That der Fall ist: auch die Grösse dieser Schiefe widerspricht nicht der Deutung des Verf. (sie liefert aber nicht einen strengen Beweis ihrer Richtigkeit, da der Werth, welchen sie unter jener Annahme hätte haben müssen, nicht auf Grund der Hauptbrechungsexponenten oder des optischen Axenwinkels berechnet worden ist, wie es nothwendig gewesen wäre. — D. Ref.). Nach der Auffassung dieser Pillipsite als Verwachsungen von zwölf Krystallen kann die in den einspringenden Winkeln erscheinende federförmige Streifung (s. obige Fig.) sowohl herrühren von dem Aneinandertreffen der *b*-Flächen zweier Krystalle des Hauptzwillings, als auch von demjenigen von vier Prismenflächen der beiden andern Doppelzwillinge, welche nämlich, wie aus der cit. Fig. in Des Cloizeaux's Man. hervorgeht, mit jenen *b*-Flächen in eine Ebene fallen und gleichgerichtete Streifung besitzen. Da somit die Flächen, welche die einspringenden Winkel bilden, aus acht Stücken zusammengesetzt sein können, so werden auf denselben im Allgemeinen mehrfache Zwillingsnäthe auftreten, wie es in der That der Fall ist. Diese Näthe setzen nun aber oft an der Kante $b:m$ ab, ohne dass auf *m* ein einspringender

Fig. 8.



Digitized by Google

Winkel zu sehen wäre, wie es doch nothwendig der Fall sein würde, wenn die Streifung auf *b* nur von der Durchwachsung zweier Krystalle herrührte. Dieser Umstand spricht wesentlich für die Erklärung des Verf., ebenso das Absetzen der Streifung, welche man zuweilen auf den Flächen (100) $\infty P\infty$ beobachtet. Im Allgemeinen deuten die untersuchten Schnitte darauf hin, dass an den Enden des scheinbaren Doppelzwillings der Hauptvierling vorherrscht, in der Mitte aber zurücktritt und dort die acht anderen Krystalle einander sehr unregelmässig durchdringen. — In Dünnschliffen der Krystalle beobachtete der Verf. mit Hülfe des von v. Lasaulx (d. Zeitschr. **2**, 256) beschriebenen Verfahrens, dass die optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene stehe und die erste Mittellinie der Basis nahe parallel sei, so dass das Axenbild nur durch Schliffe ‖ $(\bar{1}01)$ $P\infty$ sichtbar wird; an jenem Bilde beobachtete der Verf. horizontale Dispersion.

Ref.: P. Groth.

18. A. Weisbach (in Freiberg): **Ueber die Silberkiese** (N. Jahrb. f. Min. u. Geol. v. Leonhard und Geinitz, 1877, S. 906—913). Im J. 1876 kamen auf dem Rudolphschachte bei Marienberg in Sachsen, zusammen mit Proustit, Markasit, Flussspath und Baryt, kleine broncegelbe Krystalle, anscheinend hexagonale Combinationen des Prisma mit einer stumpfen Pyramide, vor; die Flächen des Prisma waren meist gestreift, entweder vertikal, oder doppelt schräg (federartig), die der Pyramide horizontal, während die Polecke der letzteren gewöhnlich unvollkommen ausgebildet, oft wie eingedrückt erschien. Härte 4, Spaltbarkeit nicht zu beobachten; im Querbruch zeigte sich häufig ein matter Kern von der Farbe des Leberkieses; Strich schwarz; spec. Gew. 4,06—4,12. Die Krystalle enthielten 28,8% *Ag*, ausserdem *Fe* und *S*. Alle diese Kennzeichen stimmen mit denen des Argentopyrit, bis auf das spec. Gew., welches Sartorius zu 6,47, Schrauf zu 5,53 fand.

Aehnliche, aber besser ausgebildete Krystalle, bis 3 mm lang und 1—2 mm dick, wurden um dieselbe Zeit, in Begleitung von Arsensilberblende und Braunspath, auf Grube Himmelsfürst bei Freiberg gefunden; dieselben hatten aber nur Härte 2, ferner eine vollkommene Spaltbarkeit nach der Basis, spec. Gew. 4,206, und lieferten Hrn. Winkler bei der Analyse:

Ag	29,75
Fe	36,28
S	32,81
	98,84

Hiernach steht dieses Mineral, für welches vorläufig der Name »Argyropyrit« gebraucht werden möge, zwischen dem Sternbergit und Argentopyrit, wie die empirischen Formeln zeigen:

Sternbergit von Joachimsthal: $AgFe_2S_3 = Ag_3Fe_6S_9$
Argyropyrit von Freiberg: $Ag_3Fe_7S_{11}$
Argentopyrit von Joachimsthal $AgFe_3S_5 = Ag_3Fe_9S_{15}$

Diese Formeln erfordern folgende procentische Zusammensetzung:

	a	b	c
Ag	34,18	30,34	24,77
Fe	35,44	36,70	38,54
S	30,38	32,96	36,69

Eine alle drei Körper umfassende Formel würde lauten:

$$Ag^3\ Fe^{6+n}\ S^{9+2n}$$

Digitized by Google

Die Form der Freiberger Argyropyritkrystalle zeigt entweder vier Flächen des anscheinend hexagonalen Prisma ziemlich glatt, zwei parallele dagegen stark horizontal gekerbt, und am Ende die Basis mit makrodiagonaler Streifung — oder die Combination einer sechsseitigen Pyramide mit einem, dann immer und auf allen Flächen doppelt schief gestreiften Prisma. Die Messungen ergaben unter Annahme eines rhombischen Durchkreuzungszwillings einen Prismenwinkel von $59^0\ 38'$, unter der wahrscheinlicheren eines Drillings einen solchen von $60^0\ 44'$; der Winkel der Basiskante der Pyramide ergab sich zu $118^0\ 20'$.

Zum Argyropyrit dürfte noch zu ziehen sein der von Breithaupt als Sternbergit beschriebene Silberkies von Schneeberg ($29{,}7\%\ Ag$). Ferner erwähnt der Verf. noch — in Rücksicht auf die Möglichkeit, nach Obigem Uebergänge zwischen den verschiedenen Silberkiesen anzunehmen —, dass auf der Grube Neu Leipziger Glück bei Johanngeorgenstadt Argentopyrit mit echtem dünntafligen Sternbergit zusammen vorgekommen ist. Wie Ersterer auch bei Freiberg (Gr. Himmelfahrt) mit Proustit und Arsen gefunden worden ist, so kam neuerdings auch Sternbergit daselbst vor (Gr. Beschert Glück), zusammen mit ausgezeichneten grossen Pyrargyritkrystallen.

Ref.: P. Groth.

14. A. Streng (in Giessen): **Ueber den Silberkies von Andreasberg** (N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1878, S. 785—799). In den letzten Jahren kamen zu Andreasberg auf Pyrargyrit aufgewachsene Krystalle von anscheinend hexagonaler Form vor, welche bisher für Magnetkies gehalten wurden. Dieselben zeigen ein durch unvollkommene Ausfüllung der Flächen stark gefurchtes Prisma und am Ende eine flache, horizontal stark gestreifte Pyramide, deren Polkanten ebenfalls Furchen erkennen lassen. Hieraus und aus den Messungen zweier benachbarter Prismenflächen, — welche, wenn die hexagonalen Formen $(10\bar{1}0)\ \infty P$ und $(11\bar{2}0)\ \infty P2$ vorgelegen hätten, den Winkel 30^0 ergeben haben würden, statt dessen aber stets bis $30'$ grössere oder kleinere Werthe lieferten —, folgt, dass die fraglichen Krystalle rhombische Drillinge sind. Die Winkel lassen sich mit denen des Argentopyrit (nach Schrauf's Messungen) vergleichen, wenn man die gemessenen Kanten als diejenigen von $(130)\ \infty\breve{P}3$ mit $(010)\ \infty\breve{P}\infty$ oder $(110)\ \infty P$ auffasst. Die Reihenfolge der einzelnen gefundenen Werthe lehrt, dass die Flächen des anscheinend hexagonalen Prisma das Zeichen $(010)\ \infty\breve{P}\infty$ erhalten müssen, und dass die horizontal gestreifte Pyramide von Brachydomenflächen des Durchkreuzungszwillings gebildet wird. Diese Flächen schneiden sich mit (010) unter $60^0\ 50'$, entsprechen also der Form $(021)\ 2\breve{P}\infty$ des Silberkieses (nach Schrauf $61^0\ 12'$). Die Krystalle sind im Innern gleichartig, hell speisgelb, oberflächlich braun oder bunt angelaufen; Härte $3\frac{1}{2}$—4, spec. Gew. 4,18, Spaltbarkeit nicht zu erkennen, Strich dunkelgraugrün; sie werden vom Magnet angezogen. Bei der Analyse lieferten dieselben Zahlen (a), welche nahe mit den von Zippe für den Sternbergit von Joachimsthal gefundenen und den nach der Formel $AgFe_2S_3 = Ag_2S + Fe_4S_5$ berechneten (b) übereinstimmen:

	a	b
Ag	= 32,89	34,18
Cu	0,19	—
Fe	35,89	35,44
S	30,71	30,38
	99,68	100,00

Digitized by Google

Die vorhandenen Analysen der Silberkiese zeigen ein Steigen des Schwefels mit dem Eisengehalt. Der Verf. hält daher diese Mineralien für Mischungen von 1 Molekül Ag_2S mit p Mol. $Fe_n S_m$, welches letztere Glied meist der Formel $Fe_n S_{n+1}$, d. h. derjenigen des Magnetkies entspreche; unter der allerdings noch nicht bewiesenen Annahme, dass der Magnetkies ebenfalls rhombisch krystallisire, versucht er, dessen Form, sowie die des Akanthit (resp. Kupferglanz) und des Silberkies als isomorph aufzufassen und auf einander zurückzuführen.

Ref.: P. Groth.

15. **A. von Könen** (in Marburg): **Phakolith und Faujasit vom Stempel bei Marburg** (Sitzber. d. Ges. zur Beförd. d. ges. Naturw. zu Marburg, Febr. 1877). An diesem bekannten Fundorte der grossen, trübe weissen Phillipsitkrystalle, sowie schöner Exemplare von Natrolith und Analcim, fand der Verf. in demselben zersetzten Basalt auch 2—3 mm grosse, wasserhelle Krystalle von Phakolith von der Form derjenigen von Richmond (s. vom Rath, Poggend. Ann. 158, 387). Durch Messungen konnten die Formen $(11\bar{2}3)\ ^2/_3P2$ und $(02\bar{2}1) -2R$ nachgewiesen werden. Eine unvollständige Analyse zweier Proben (a, b) ergab: SiO_2 = 47,27 (a), Al_2O_3 = 22,67 (a), 24,92 (b), CaO = 7,78 (a), 6,15 (b), $Na_2O + K_2O$, als Na_2O berechnet, = 4,52 (a), 4,66 (b).

Ferner fanden sich auf wasserhellem Phillipsit ganz zersetzte kleine Krystalle, welche wahrscheinlich dem Faujasit angehören; es sind Oktaëder, oder Combinationen desselben mit dem Hexaëder; an einem trat auch ein 48-Flächner auf.

Ref.: P. Groth.

16. **V. Hansel** (in Graz): **Rutile von Modriach** (Mittheil. d. naturwiss. Vereins für Steiermark, 1877). Die beschriebenen Krystalle finden sich, in Quarzausscheidungen des Gneiss eingewachsen, in den Steinbrüchen von Modriach, westlich von Ligist; sie erreichen eine Länge von 2—3 cm und eine Dicke von 2 cm und sind meist an beiden Enden ausgebildet. Die stets an denselben auftretenden Flächen sind: $(111)P$, $(101)P\infty$, $(110)\infty P$, $(100)\infty P\infty$; ausserdem kommen vor: $(133)P3$, $(230)\infty P^3/_2$. Genauere Messungen gestatten die Flächen nur selten.

Anhangsweise werden erwähnt: kleine Rutilkrystalle von Gastein mit den Formen (111) P, (101) $P\infty$, (110) ∞P und (100) $\infty P\infty$, die ersten beiden glatt, die letzteren mit einander oscillirend; endlich ein grosser Krystall derselben Combination von Bruck a. d. Mur, ringsum mit dünnen Glimmerlamellen bedeckt, wie es auch oft mit den Krystallen von Modriach der Fall ist.

Ref.: P. Groth.

17. **E. Weiss** (in Berlin): **Schlagfigur des Bleiglanz und Aetzfiguren am Gyps** (Zeitschr. d. d. geolog. Ges. 1877, 29, 208—214). Setzt man auf eine glatte, frische Spaltungsfläche von Bleiglanz eine Stahlnadel auf und schlägt sanft auf dieselbe, so entsteht ein mehr oder weniger vollständiges Kreuz, dessen Arme den Würfelkanten parallel sind. Diese Arme treten durch einen eigenthümlichen Lichtschimmer hervor, verursacht durch schräggestellte Blättchen, welche zu beiden Seiten der Mittellinie eines solchen Armes liegen, und deren abweichende Stellung durch die seitliche Verschiebung jener Linie in Folge des Schlages entstanden ist.

Erhitzt man ein mit Canadabalsam auf eine Glasplatte aufgekittetes Gyps-

Digitized by Google

blättchen derart, dass es theilweise trübe wird, so findet man den trüben Hauch vielfach unterbrochen und an den Rändern desselben zahlreiche kleine Pünktchen, welche unter dem Mikroskop ein sehr constantes Bild zeigen. Innerhalb eines (bei der üblichen Stellung des Krystalls) horizontal und vertical begrenzten, nahezu quadratischen Raumes erscheinen die Diagonalen dieser Figur als starke, einander unter 80—90° schneidende Linien; von den so gebildeten vier Sectoren der Figur sind der obere und untere durchsetzt von zahlreichen senkrechten Sprüngen, parallel dem sogenannten muschligen Bruch, die beiden seitlichen von ebenso gerichteten und ausserdem von solchen parallel dem Faserbruch.

Ref.: P. Groth.

18. **Muck** (in Bochum): **Pandermit, ein neues wasserhaltiges Kalkborat** (mitgetheilt durch G. vom Rath in den Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilk., 2. Juli 1877). Das Mineral gleicht einem schneeweissen, feinkrystallinischen Marmor und findet sich in Knollen und Stöcken in grauem Gyps bei Panderma am schwarzen Meere. Die bei 100° getrocknete Substanz gab:

			berechnet:
CaO		29,33	29,79
MgO		0,15	
FeO		0,30	
K_2O		0,18	
H_2O	(direct best.)	15,45	14,36
B_2O_3	(a. d. Verlust)	54,59	55,85

Die berechneten Zahlen entsprechen der Formel $Ca_2 B_6 O_{11} + 3H_2O$.

Ref.: P. Groth.

19. **G. vom Rath** (in Bonn): **Künstlicher Augit** (Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilk., 2. Juli 1877). Eine in der Form des Augit krystallisirte Schlacke fiel auf der Hütte zu Oberschlema bei Schneeberg in Sachsen beim Verschmelzen armer Nickelerze unter Anwendung kalkiger und schwefelkiesiger Zuschläge; sie bildet glänzende 8seitige Prismen, Combinationen des Augitprisma von 87° mit Ortho- und Klinopinakoid, ohne Endflächen. Spec. Gew. 3, 310. Analyse: $SiO_2 = 49,32$, $Al_2O_3 = 2,68$, $FeO = 3,83$, $CaO = 20,92$, $MgO = 16,70$ (Summe = 93,45). Trotz des Verlustes lässt die Analyse doch erkennen, dass der Körper den thonerdearmen, sogenannten grünen Augiten angehört, welche bisher selten als Schlacken beobachtet wurden.

Ref.: P. Groth.

20. **Derselbe: Rosarother Anorthit vom Monzoni** (Ebenda). Die Krystalle fanden sich an der Alp Pesmeda, mit grünem Fassait, dunklem Pleonast, blaulichgrauem Kalkspath, vereinzelten kleinen Eisenglanzen und, als späterer Bildung, Chabasit. Sie zeigen ein zweifaches System von Zwillingslamellen, eines auf P parallel der Kante PM, das andere auf M, stärker nach vorn geneigt, als jene Kante (Gesetz der Makrodiagonale). Die rothe Farbe verschwindet beim Glühen: spec. Gew. 2,689; Glühverlust 2,73%. Die Zusammensetzung stimmt befriedigend mit der durch die Formel des Anorthit verlangten überein (es wurde bestimmt: $SiO_2 = 42,60$, $Al_2O_3 = 34,05$, $CaO = 18,04$).

Ref.: P. Groth.

Digitized by Google

21. Derselbe: Quarz von Kremnitz (Ebenda, 3. Dec. 1877). Der sphärolithische Ryolith zwischen Bartos-Lehotka und Kremnitzka enthält zahlreiche, 5—10 mm grosse Poren, welche mit kleinen Sanidin- und Quarzkrystallen bekleidet sind. Letztere zeigen ausser $R(10\bar{1}1)$ und $\infty R(10\bar{1}0)$ das neue Rhomboëder $^{13}/_{9}R(13.\ 0.\ \bar{1}3.\ 9)$, z. Th. ausgedehnter, als R und, wahrscheinlich durch Zwillingsbildung, in Form einer hexagonalen Pyramide. Die Polkanten dieser Gestalt werden nun fast parallelkantig, jedoch schief abgestumpft durch Flächen eines Trapezoëders aus der Zone $R(10\bar{1}1) : g(01\bar{1}0)$, nämlich des von Des Cloizeaux mit t_2 bezeichneten $\frac{\frac{4}{3}P\frac{4}{3}}{4}(21\bar{3}2)$; beobachtet wurde $R : t_2 = 17^0\,28'$ (berechnet: $17^0\,23'$). Ref.: P. Groth.

22. E. Goldsmith (in Philadelphia): **Lavendulan von Chile** (Proceed. of the Acad. of nat. sc. of Philadelphia 1877). Der Verf. beobachtete in einigen der grossen Blöcke mit Cobalterzen aus Chile, welche sich auf der Ausstellung in Philadelphia befanden, unregelmässige Adern eines blauen derben Minerals vom Ansehen des zuerst in Annaberg aufgefundenen Lavendulan Breithaupt's, einer Substanz, welche bisher noch nicht quantitativ analysirt worden ist (nach Plattner und Lindacker enthält dieselbe As_2O_5, CuO, CoO, NiO und H_2O). In dem chilenischen Mineral, welches mit theilweise schön krystallisirtem Erythrit in einem grauen trachytartigen Gesteine vorkommt, wurden dieselben Bestandtheile gefunden, und ausserdem als Verunreinigungen CaO, Fe_2O_3 und unlösliche Körner jenes grauen Gesteins, welche mechanisch nicht getrennt werden konnten (das reinste Material enthielt noch 22% jener Beimengungen). Die lavendelblaue Substanz selbst bestand aus sehr feinen Krystallen, deren Länge zuweilen die Dicke der kleinen Adern erreichte; sie ist leicht löslich in warmer Salzsäure und gab bei der Analyse:

As_2O_5	36,38
CuO	31,11
CoO	1,95
NiO	1,05
H_2O	7,09
Fe_2O_3	6,38
CaO	3,23
Unlösl. Subst.	11,61
	98,80

Dies giebt, nach Abzug der als Verunreinigung betrachteten drei letzten Zahlen, auf 100 berechnet:

As_2O_5	46,89	Sauerstoff:	16,30
CuO	40,10		8,27
CoO	2,51		0,53
NiO	1,35		0,28
H_2O	9,13		8,11

Das Sauerstoffverhältniss ist

$$As_2O_5 : RO : H_2O = 5,4 : 3,02 : 2,7$$

wofür der Verf. 5 : 3 : 3 und die Formel $(Cu, Co, Ni)_3\,As_2\,O_8 + 3H_2O$ annimmt; letztere erfordert, wenn nur Cu angenommen wird, 44,04 As_2O_5, 45,61 CuO, 10,30% H_2O*). Ref.: P. Groth.

*) Gegen obige Deutung der Analyse seitens des Verf.'s ist zunächst einzuwenden,

Digitized by Google

23. V. von Zepharovich (in Prag): **Mineralogische Notizen** (Jahresber. des Ver. Lotos in Prag, 1877).

1. Mirabilit von Aussee. In neuester Zeit fand man in dem Salzbergbaue zu Altaussee, und zwar auf dem Moosberg-Dammablass an den Wänden der Ablassgrube und des Seichkastens, sowie auf dem Welsersheim-Werk auf dem Laiss der Wehrsoole und auf dem feuchten Salzthon der Ulmen, wasserhelle Mirabilitkrystalle mit den Flächen: $(001)\,oP$, $(100)\infty\breve{P}\infty$, $(010)\infty\breve{P}\infty$, $(102)-\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $(\bar{1}02)\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $(\bar{1}01)\breve{P}\infty$, $(011)\breve{P}\infty$, $(021)2\breve{P}\infty$, $(110)\infty P$, $(112)-\frac{1}{2}P$ [neu], $(111)-P$, $(221)-2P$ [neu], $(\bar{1}12)\frac{1}{2}P$ und $(\bar{1}11)P$. (100) ist gewöhnlich vorherrschend, die Klinodomen untergeordnet; am Ende waltet entweder (001) vor, oder die Krystalle sind pyramidal zugespitzt; sie sind meist vertikal verlängert und erreichen bis 10 cm Höhe und 3 cm Breite.

2. Gelber Dolomit von Bleiberg in Kärnthen. Das neuerdings auf der Bleiberger Erzlagerstätte vorgekommene Mineral war theils grobspäthig, theils feinkörnig bis dicht, schwefelgelb bis bräunlichgelb, besonders intensiv in der Nähe eingewachsener brauner Blendepartieen, und z. Th. durch Uebergänge mit weissem oder röthlichgrauem Dolomit verbunden. Auf Klüften citron- bis schwefelgelbe Anflüge von *ZnS* mit Spuren von *CdS*. Der Dolomit erschien unter dem Mikroskop homogen, ergab als Spaltungswinkel 73° 32′, als spec. Gew. 2,87 und bei der Analyse (Gintl):

$CaCO_3$	79,48
$MgCO_3$	16,71
$FeCO_3$	0,30
$ZnCO_3$	2,42
ZnS	0,31
CdS	0,25
FeS_2	0,08
SiO_2	0,03
	99,58

Die intensiv gelbe Farbe des Dolomit wird somit durch beigemengtes *CdS*, Greenockit, hervorgebracht.

3. Magnetit vom Monte Mulatto in Südtirol. Die Formen dieser, in Drusenräumen einer stockförmigen Magneteisensteinmasse vorkommenden Krystalle der Combination $(110)\infty O$, $(135)5O\frac{5}{3}$, $(113)3O3$, $(111)O$ gleichen denen von Achmatowsk und Albano (s. d. Zeitschr. 1, Taf. IX, Fig. 1). Ueber das Vorkommen s. d. Zeitschr. 1, 516.

4. Neue Mineralvorkommen auf der Eisenerzlagerstätte von Morawicza im Banat. Magnetit pseudomorph nach Eisenglanz in langen schilfähnlichen Blättern, welche aus kleinen, oft regelmässig hexagonal begrenzten Lamellen mit mikroskopischer triangulärer Streifung zusammengesetzt sind, oder in feinschuppigen Aggregaten; mit Quarz, Granat und Kalkspath; Fassait und derber Pyroxen, ersterer auf Magnetit in kleinen, stets zersetzten Krystallen der Form $(100)\infty\breve{P}\infty$, $(110)\infty P$ und $(221)-2P$ oder $(021)2\breve{P}\infty$, letzterer in radialstrahligen oder schaaligen Aggregaten von grünlichgrauer oder licht röthlichbrauner Farbe, mit feinkörnigem Magnetit; Aurichalcit; Bis-

---

dass *CaO* als solches nicht beigemengt sein kann (wahrscheinlich ist dieses Oxyd an Arsensäure gebunden); ferner ist Fe_2O_3 jedenfalls als Hydrat vorhanden, demselben also ein Theil des Wassergehaltes zuzuzählen. Grosse Zuverlässigkeit kann demnach die vom Verf. gegebene Formel nicht beanspruchen. Der Ref.

Digitized by Google

mutin in kleinen derben Partien in Grammatit eingewachsen; braune grobkörnige Aggregate von Zinkblende, mit Granat, Kalkspath und Limonit; Chrysokoll in blauen oder grünen Ueberzügen und Lagen auf zersetztem Granat mit eingesprengtem Magnetit; Grammatit (Tremolit), einzelne grünlichweisse Aggregate in lauchgrünem Kalkspath und mit grauem Kalk derbe weisse Massen von radialfasriger Textur, z. Th. in eine steatitartige Masse umgewandelt; Ludwigit ausser in feinfasrigen auch in dünnstängligen Varietäten vom spec. Gew. 3,81 (die feinfasrigen gaben 3,771, 3,976, 3,984), mit brauner Blende, Kupferkies und wenig Magnetit; Malachit und Kupferlasur; lauchgrüne (durch mikroskopische Amphibolfasern) Quarzkrystalle, lose in Granat gefunden, einzeln und in Gruppen, deren grösseres centrales Individuum von kleineren in Zwillingsstellung (mit parallelen Hauptaxen) kranzförmig umgeben wird; gelblichweisser, dem Schweitzerit ähnlicher Serpentin auf gelbgrünem S. mit eingesprengtem Magnetit, findet sich zwischen körnigem Kalk und Granat.

Ref.: P. Groth.

24. C. Rammelsberg (in Berlin): **Ueber Nephelin, Monazit und Silberwismuthglanz** (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1877, **29**, 77—81). Die vom Verf. mitgetheilten Analysen des Nephelin sind bereits in der Arbeit von H. Rauff (d. Zeitschr. **2**, 450) wiedergegeben und ausführlich besprochen worden.

Monazit. Ziemlich grosse, matte Krystalle von Arendal; spec. Gew. 5,174.

	gefunden:		berechnet:
Phosphorsäure	28,78	= 29,92	30,28
Ceroxyd	27,73	28,82	27,72
Lanthanoxyd } Didymoxyd }	39,24	40,79	42,00
Eisenoxyd	1,30	99,53	
Kalk	0,90		
Kieselsäure	1,60		
	99,55		

Die berechneten Zahlen entsprechen der Formel:

$$R_2P_2O_8 = (Ce, La, Di)_2P_2O_8.$$

Silberwismuthglanz, ein neues Mineral von der Grube Mathilda zu Morococha in Peru: derb, grau, weich; spec. Gew. 6,92. Nach Abzug des beigemengten Bleiglanz ergab sich:

	I.	II.	III.	berechnet:
Schwefel	16,91	17,98	16,82	17,0
Wismuth	54,65	54,29	54,56	54,7
Silber	28,44	27,73	28,62	28,3
	100,00	100,00	100,00	100,0

Die berechneten Werthe sind diejenigen der Formel:

$$AgBiS_2 = Ag_2S + Bi_2S_3,$$

wonach das Mineral also der Gruppe des Miargyrit u. s. w. angehört.

Ref.: P. Groth.

25. Derselbe: Ueber die Zusammensetzung des Aeschynit und Samarskit (Ebenda, 815—818). Die bisherigen Analysen des Aeschynit von Miask von Hermann weichen unter einander sehr bedeutend und nicht minder von der

Digitized by Google

neuen Marignac's ab. Der Verf. analysirte desshalb das Mineral von Neuem und zwar im Wesentlichen nach den Methoden des letzteren, und fand:

Niobsäure	32,51
Titansäure	21,20
Thorsäure	17,55
Ceroxyd Lanthan- u. Didymoxyd	19,41
Ytter- u. Erbinerde	3,10
Eisenoxyd	3,71
Kalk	2,50
	99,98

Spec. Gew. = 5,168. Diese Analyse stimmt im Allgemeinen mit der von Marignac überein. Das Atomverhältniss ist

$$R : Nb : (Ti, Th) = 1,08 : 1 : 1,54 \text{ (Mar.)}$$
$$0,92 : 1 : 1,37 \text{ (Ramm.)}$$

Nimmt man dafür 1 : 1 : 1,5, so resultirt die Formel:

$$R_2 Nb_2 (Ti, Th)_3 O_{14}$$

Es wurden ferner der Analyse unterworfen:

A) Samarskit von Miask am Ural; spec. Gew. 5,672. Mittel von drei Analysen.

B) Samarskit von Mitchell Co, Nordcarolina; spec. Gew. 5,839. Durch einen Tantalgehalt ausgezeichnet.

	A	B
Zinnsäure	0,22	0,16
Titansäure	1,08	(0,56 SiO_2)
Tantalsäure	—	14,36
Niobsäure	55,34	41,07
Yttererde	8,80	6,10
Erbinerde	3,82	10,80
Ceroxyd (*Di*)	4,33	2,37
Eisenoxyd (*Mn*)	14,30	14,61
Uranoxyd	11,94	10,90
	99,83	100,93

Die Analyse lieferte Eisen nur als Fe_2O_3. Bei der Berechnung wurde UO_3, analog WO_3 mancher Tantalite, als elektronegativer Bestandtheil angenommen; dann verhält sich:

$$(Y, Er, Ce, Fe) : (Nb, Ta, U) = 1 : 2,97 \text{ in } A$$
$$1 : 2,8 \text{ in } B,$$

also = 1 : 3. Der Verf. betrachtet den Samarskit als isomorphe Mischung eines Niobats mit einem Uranat:

$$\left\{\begin{matrix} 8\ R_4 Nb_6 O_{21} \\ R_4 U_5 O_{21} \end{matrix}\right\}$$

Ref.: P. Groth.

26. Derselbe: Ueber den Kalkeisengranat von Syssersk (ebenda, S. 819). Unter dem Namen »Demantoid«*) erhielt der Verf. abgerundete, durchsichtige

*) Unter diesem Namen kam das Mineral in den letzten Jahren, z. Th. auch in Handstücken, eingewachsen in eine röthlichweisse talk- oder pyrophyllitähnliche Masse, in den Handel; in alten Sammlungen findet man dasselbe zuweilen als Olivin. P. G.

Digitized by Google

Stücke eines grünen olivinähnlichen Minerals von Poldnewaja am Bobrowka, District Syssersk am Ural; spec. Gew. 3,828. Bestandtheile:

Kieselsäure	35,44
Eisenoxyd	32,85
Kalk	32,85
Magnesia	0,20
	101,34

Es ist demnach ein Kalkeisengranat von der Formel

$Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$ Ref.: P. Groth.

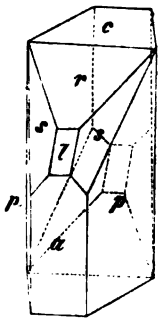
27. E. Reusch (in Tübingen): **Krystallform der Paraoxybenzoesäure** $C_6H_4(OH)COOH$ (dargestellt von Hartmann, Journ. f. prakt. Chemie, n. F. 16, 42).

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}3703 : 1 : 1{,}0224$$
$$\beta = 74^0\ 34$$

Beobachtete Formen (s. Fig): $p = (120)\infty P2$, $a = (100)\infty P\infty$, $c = (001)oP$, $r = (101) - P\infty$, $l = (201) - 2P\infty$, zuweilen noch $s = (211) - 2P2$.

Fig. 4.



	beobachtet:	berechnet:
(100) (101) =	*43° 36′	—
(101) (001)	*30 58	—
(120) ($\bar{1}$20)	*41 28	—
(100) (201)	28 48	28° 45′
(211) (201)	25° appr.	26 11
(211) (001)	51 -	49 55

Spaltb. n. $a(100)$ deutlich. Die Flächen c und s treten oft nur an einem Ende auf.

Optische Axenebene die Symmetrieebene (durch a eine Axe sichtbar). Ref.: P. Groth.

28. Ditscheiner (in Wien): **Krystallform des Phlorobromin** C_6Br_3HO (s. Benedikt, Einwirkung von Brom auf Phloroglucin, Ann. d. Chem. u. Pharm. 189, 166); Schmelzp. 152°.

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b = 0{,}8342 : 1.$$

Kurze dicke farblose Prismen $(110)\infty P$ mit $(100)\infty\bar{P}\infty$, beiderlei Flächen etwa von gleicher Ausdehnung, am Ende nur $(001)oP$.

$$(110)\ (1\bar{1}0) = 79^0\ 50'$$

Ref.: P. Groth.

29. Derselbe: Krystallform des Pentabromaceton C_3Br_5HO (ebenda S. 169). Schmelzpunkt 76°. Krystalle desselben Körpers, welche von Hrn. Claus in Freiburg, theils aus Dichlorhydrin, theils aus Aceton dargestellt waren (Schmelzp. 72—73°), untersuchte gleichzeitig Hr. Friedländer im Laboratorium des Ref. und fand sie aus beiden Darstellungsarten identisch. Da die Resultate des Letzteren noch nicht veröffentlicht sind, aber mit denen des Hrn. Ditscheiner übereinstimmen, sollen hier beide gemeinschaftlich gegeben werden.

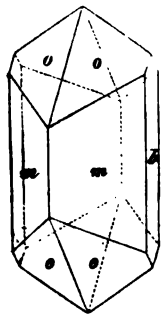
Digitized by Google

Krystallsystem rhombisch.

$a : b : c = 0{,}6982 : 1 : 0{,}6916$*) Ditscheiner

$(0{,}6976 : 1 : 0{,}6812$ Friedländer).

Fig. 5.



Beobachtete Flächen (s. Fig.): $m = (120)\infty\breve{P}2$, $o = (111, P$, $b = (010)\infty\breve{P}\infty$.

		Ditscheiner beobachtet:	Ditscheiner berechnet:	Friedländer beobachtet:
(111)	$(1\bar{1}1) = $	*52°20′	—	51°30′
(111)	$(\bar{1}11)$	*78 20	—	*78 0
(111)	$(1\bar{2}0)$	63 35	63°50′	—
(111)	(120)	43 28	43 26	43 27
(120)	(010)	35 30	35 37	—
(120)	$(\bar{1}20)$	71 16	71 14	*71 15

Nach Friedländer ist keine deutliche Spaltbarkeit vorhanden, die optische Axenebene ist $b(010)$ und c die erste Mittellinie. Ref.: P. Groth.

80. A. Des Cloizeaux (in Paris): **Ueber Adamin** (Sur un nouveau gisement d'Adamine. Comptes rendus de l'Acad. 86, 88. 1878 Paris) **). Blos von zwei Localitäten war Adamin bekannt: von Chañarcillo (Chili), wo er in honiggelben Krystallen mit ged. Silber oder mit einem Stich ins Violette neben grünem Embolit vorkommt, und von dem Département du Var, wo diese Verbindung in rosenrothen Krystallen neben Olivenit, Pharmakosiderit, Lettsomit, Kupferlasur und Malachit aufgefunden wird. Meistens zeigen die Krystalle die Flächen (110) und (101), nach welcher letzteren (107° 20′) sie spaltbar sind, ausserdem (120), (111) und (011). Die optische Axenebene ist parallel mit (001) und die 2. Mittellinie, welche negativ ist, fällt mit der Axe a zusammen. Die Dispersion in einer Platte senkrecht zur 2. Mittellinie ist $\varrho > v$, stark. Neuerdings ist eine dritte Fundstätte dieses Minerals — Laurium — bekannt geworden, wo seegrüne bis smaragdgrüne (durch etwas Cu) Krystalle von 2—3 Mm. Grösse vorkommen; es sind meist Durchkreuzungsdrillinge, noch häufiger sternförmige Gruppirungen, welche auf Smithsonit sitzen, neben welchem auch krystalline Aggregate von zinkhaltigem Kalkspath. Nach Angaben der HH. Huet und Geyler stammen die Krystalle aus der Grube Hilarion. Die vorhandenen Formen sind (101) und (120) es treten aber auch schmale Flächen von (110) auf, welche glatter sind als die beiden andern Formen. (120) ist wellig, während (101) parallel der Axe b gestreift. Ausserdem ist noch ein Makrodoma (506) beobachtet worden***).

		gem. Laurium	Ber. Chañarcillo.
(110)	$(1\bar{1}0)$	89°50′ — 88°40′	88°27′
(120)	$(\bar{1}20)$	55 — 54 20	54 22
(101)	$(\bar{1}01)$	72 20	72 40
(506)	$(\bar{5}06)$	62 — 62	63 —
(506)	(120)	77 — 76 50	76 11

Die 1., positive, Mittellinie ist die Axe b.

$2H = 100°$ bis $108°$ für Roth (approxim.)

$\varrho < v$. Ref.: A. Arzruni.

*) Im Original durch Druckfehler gänzlich entstellt. D. Ref.

**) Vgl. auch H. Laspeyres, diese Zeitschr. 2. 147.

***) Laspeyres erwähnt diese Fläche nicht. D. Ref.

Digitized by Google

81. E. Bertrand (in Paris): **Leadhillit von Matlock.** (C. R. 86, 348, 1878). Krystallographisch sind die Krystalle dieses neuen Vorkommens identisch mit den altbekannten (Leadhills, Mala-Calzetta, Nertschinsk) aber nicht optisch, indem hier $2E = 72^0$ für Gelb ist, während bei den sardinischen und schottischen Krystallen $2E = 21^0$. Auch das Verhalten des optischen Axenwinkels gegenüber den Temperaturveränderungen ist hier ein anderes. Während in den schottischen etc. Exemplaren mit steigender Temperatur die Axen einander näher rücken und bei 150^0 zusammenfallen, wobei die Substanz sich trübt, büsst die Substanz der Matlocker Krystalle sogar bei 250^0 nichts von ihrer Durchsichtigkeit ein, dagegen decrepitirt sie bei noch höherer Temperatur sehr stark, was die anderen Varietäten wiederum in einem viel geringeren Maasse thun. Die Axen nähern sich einander sehr langsam und bei 250^0 ist $2E = 66^0$. Die Lage der Mittellinie scheint bei allen durch die Temperatur nicht beeinflusst zu werden. Als Beitrag zu der Frage, ob der Susannit überhaupt etwas Verschiedenes vom Leadhillit sei, führt Verf. ein Stück Leadhillit von Leadhills an, an dem er grau gefärbte Stellen mit zwei Axen (Axenwinkel 21^0) und grüngefärbte mit einer optischen Axe beobachten konnte.

Ref.: A. Arzruni.

82. F. Pisani (in Paris): **Neues Instrument zur Bestimmung des specifischen Gewichtes** (C. R. 86, 350. 1878). An einen Glascylinder von circa 5 kbcm. Inhalt, welcher ebenso wie ein Pyknometer mit einem durchbohrten und mit einer Marke versehenen Stöpsel geschlossen werden kann, ist unter 45^0 ein Rohr angeschmolzen, dessen Durchmesser etwa 4 mm, dessen Länge 25 cm und dessen Inhalt etwa 3 kbcm beträgt und welches seiner Länge nach in 50stel kbcm eingetheilt ist. Der Nullpunkt des Rohres ist bei verticaler Haltung des letzteren im selben Niveau mit der Marke am Stöpsel. Das Gefäss wird bis nahe an den Rand dieses cylindrischen Theiles mit Wasser gefüllt, der Stöpsel aufgesetzt, dessen Oeffnung mit dem Finger zugehalten und das Rohr in verticale Stellung gebracht, darauf die Stöpselöffnung langsam aufgemacht und das Wasser bis zur Marke gelangen lassen. Der Stand des Wassers auf dem Nullstrich ist übrigens nicht erforderlich, es genügt überhaupt den Stand desselben auf der Skala abzulesen. Darauf wird der Cylinder wieder vertical gestellt, der Stöpsel sorgfältig abgehoben und das vorher gewogene Mineral in das Gefäss eingeführt. Nun wird die zweite Ablesung gemacht, welche die Volumzunahme ergiebt und aus welcher das specifische Gewicht berechnet werden kann. Diese Methode, welche natürlich nur approximative Resultate liefert, kann besonders auf Reisen gebraucht werden. Wenn man eine auf 5 mgr genaue Wägungen zulassende Handwage bei sich hat und 2—3 grm Substanz anwenden kann, so gestattet diese Methode einen hinreichenden Grad von Genauigkeit.

Ref.: A. Arzruni.

83. Tanret und Villiers (in Paris): **Ueber Inosit** (De l'identité de l'inosite musculaire et des sucres végétaux de même composition. C. R. 86, 486, 1878). Zur Vervollständigung der früheren Angaben (vgl. diese Zeitschr. 1, 406) führen die Verfasser eine Vergleichungstabelle der Winkelwerthe auf, welche v. Zepharovich am Inosit der Blätter von Fraxinus excelsior gewonnen hatte (I), mit denjenigen, welche die Verfasser durch die Untersuchung des Inosit aus den Nussblättern (II), grünen Bohnen (III) und aus dem Pferdefleisch (IV) erhielten. Die Krystalle sind monosymmetrisch.

Digitized by Google

$a : b : c = 1{,}0872 : 1 : 1{,}5602$ $\beta = 68^0\ 21'$ (I)
$= 1{,}0950 : 1 : 1{,}5500$ $= 68\ 20$ (II)

		I	II	III	IV
(110)	($1\bar{1}0$)	$90^0\ 36'$	$91^0\ 0'$	$91^0\ 0'$	$90^0\ 10'$
(110)	(001)	74 58	75 —	75 10	—
($\bar{1}01$)	(001)	70 34	70 3	70 50	—
($\bar{1}01$)	($\bar{1}10$)	57 59	58 26	59 —	58 40
($\bar{2}14$)	(010)	69 40	69 46	—	70 20
($\bar{2}14$)	(001)	46 —	45 30	—	—

Der aus den grünen Bohnen erhaltene Zucker zeigte die Flächen ($\bar{2}14$) nicht, dagegen die Fläche (100), welche für β unmittelbar den Werth $68^0\ 20'$ ergab. Die aus Pferdefleisch dargestellten Krystalle waren zu unvollkommen, um genaue Messungen zu gestatten, reichten aber aus, um ihre Identität mit den andern Substanzen festzustellen.

Spec. Gew. 1,524 (I) bei 15^0
1,54 (II)
1,535 (III) und (IV) bei 8^0.

Ref.: A. Arzruni.

84. J. Garnier (in Septèmes): **Ueber den Garnierit** (C. R. **86**, 684. 1878). Die Formel, welche Hr. Dana diesem Neu-Caledonischen Mineral zuschrieb, war: $(Mg, Ni)_{10} Si_8 O_{26} + 3 H_2 O$. Jetzt führen aber zahlreiche Analysen zu der Zusammensetzung: $(Mg, Ni) SiO_3 + n H_2 O$, welche also in Betreff des Wassers eine wechselnde ist, während die Metalle in derselben einander isomorph vertreten. Manchmal fehlt Ni ganz. Verf. betrachtet den Garnierit als durch Absatz aus Lösungen entstanden. Ref.: A. Arzruni.

85. Stan. Meunier (in Paris): **Künstliche Bildung des Brochantit** (C. R. **86**, 686. 1878). Stücke von Bleiglanz wurden in eine nicht sehr concentrirte Lösung von Kupfervitriol hineingelegt; nach Verlauf von elf Monaten konnte die Bildung von kleinen aber wohlausgebildeten Brochantitkrystallen constatirt werden und daneben ein Absatz von unlöslichem Bleisulfat. Den Brochantit erhielt schon früher Friedel auf künstlichem Wege, durch Erwärmen auf 250^0 einer Lösung von Kupfervitriol. Die hier erwähnte Bildung scheint aber eher der natürlichen zu entsprechen, da die Analysen von Magnus die Gegenwart von Blei im Mineral angaben und Delafosse ausdrücklich das Zusammenvorkommen von Brochantit mit Bleiglanz in Ungarn erwähnt. Welche Rolle nun Schwefelblei bei diesem Process spielt, kann erst durch weitere Versuche entschieden werden; — bemerkenswerth ist nur, dass die Zinkblende diese Umwandlung von Kupfervitriol in Brochantit nicht begünstigt. Ref.: A. Arzruni.

86. G. A. König (in Philadelphia): **Enstatit von Georgia** (Proceed. of nat. sc. of Philadelphia, 1877, S. 198—199). Als Begleiter des Korund, zusammen mit Spinell und Chlorit, findet sich das Mineral in tafelförmigen, dem Fibrolith ähnlichen, fasrigen Massen, sehr deutlich spaltbar nach dem Prisma von 87^0 und dessen Brachypinakoid, weniger deutlich nach einer schiefen Endfläche, daher der Verf. die Krystallform für monosymmetrisch hält (die letztere Richtung ent-

Digitized by Google

spricht wahrscheinlich einer schaaligen Zusammensetzung, wie solche auch an dem rhombischen Bronzit vorkommt. — Der Ref.). Hellgelbgrün bis farblos; enthält kleine Körner von Chromeisenstein. H. $5\frac{1}{2}$. G. 3,235.

			Sauerstoff
SiO_2	57,70		30,75
MgO	35,82	14,32	15,42
FeO	4,96	1,10	
MnO	0,20		
Al_2O_3	0,91		
H_2O	0,78		
	100,37		

Diese Analyse entspricht der Formel $(Mg, Fe)\,SiO_3$.

Ref.: P. Groth.

87. Derselbe: Protovermiculit, ein neues Mineral (Ebenda, S. 269—272). Diese glimmerartige Substanz stammt von Magnet Cove, Arkansas, und findet sich in grossen Tafeln lose oder in kleineren prismatischen Krystallen mit Apatit in schwarzen Granat eingewachsen. Optisch zweiaxig, also wahrscheinlich, wie alle Glimmer, monosymmetrisch; Axenwinkel klein. Die Spaltbarkeit ist weniger vollkommen, als bei anderen Glimmern. Farbe graugrün, oberflächlich gelb bis broncefarben. Spec. Gew. 2,269. Das Pulver verliert über Schwefelsäure 20,5% und enthält dann nur noch 3,36% H_2O; die ersteren nimmt es jedoch in feuchter Luft wieder auf und besitzt somit eine ausserordentliche Attractionskraft in Bezug auf hygroskopisches Wasser. Das Mittel mehrerer Analysen ergab:

		Atomverhältniss:		
SiO_2	33,28	0,555		= 3,01
Al_2O_3	14,88	0,145	0,184	1
Fe_2O_3	6,36	0,039		
FeO	0,57	—		
MgO	21,52	0,550		2,99
MnO	Spur	—		
TiO_2	-	—		
H_2O (chem. geb.)	3,36	0,184		0,98
- (hygrosk.)	20,54	—		
	100,51			

Dies giebt sehr genau die Formel:

$$\overset{\cdot}{R}_3\overset{\cdot\cdot\cdot}{R}_2 Si_3 O_{12} + H_2O.$$

Der von Cooke als »Culsageeit« beschriebene Glimmer von Culsagee in Nordcarolina besitzt die Formel

$$\overset{\cdot}{R}_3\overset{\cdot}{R}_2 Si_3 O_{12} + 3\,H_2O,$$

d. h. 2 Mol. H_2O mehr, als der Protovermiculit; dieser Unterschied tritt besonders in seinem Verhalten beim Erhitzen hervor, indem er sich ungefähr zehnmal stärker aufbläht, als der letztere.

Der Verf. analysirte auch wegen der Differenzen, welche die bisherigen Analysen ergaben *), den Jefferisit von West Chester, welcher sich beim Erhitzen

*) Nach Tschermak ist der Jefferisit ein zersetztes Mineral, was allerdings jene Differenzen erklären würde. Der Ref.

Digitized by Google

ebenso stark aufblättert, wie der Eulsageeit. Derselbe verlor über Schwefelsäure 10,8% H_2O. Die lufttrockne Substanz ergab:

SiO_2	33,03	Si	= 0,555		= 2,58
Al_2O_3	17,38	Al_2	= 0,169	0,215	1
Fe_2O_3	7,44	Fe_2	= 0,046		
FeO	1,44	Fe	= 0,021	0,525	2,44
MgO	20,16	Mg	= 0,504		
H_2O	20,90	H_2O	= 0,561	(über Schwefels. getrocknet)	2,91
	100,32	H_2O	= 0,683	bei 100° getrocknet	3,17

Die bisherigen Untersuchungen ergaben:

$Si : R_2 : R = 5,228 : 2 : 4,416$ Brush.
$5,412 : 2 : 4,928$ Chatard.
$5,054 : 2 : 4,736$ König (1873)
die obige Analyse: $5,16 : 2 : 4,88$

Während Cooke die Formel $R_4R_4Si_5O_{20} + 6H_2O$ angenommen hatte, führen die Analysen des Verf.'s mit grösserer Annäherung auf: $R_5R_4Si_5O_{21} + 6H_2O$.

Ref.: P. Groth.

88. Derselbe: Strengit von Rockbridge Co, Va (Ebenda, S. 277—278). Der Verf. fand in Höhlungen derben Dufrenits eine kuglige und radialblättrige, auf dem Bruch etwas seidenglänzende, grünlichgelbe Substanz, wahrscheinlich Kakoxen, und auf dieser zu Büscheln vereinigte, kleine, aber glänzende Krystalle von hell bis tief carminrother Farbe. Dieselben sind durchsichtig, haben Glasglanz und Härte unter 4, sie zeigen die Combination zweier Prismen von 57° 40′, bez. 117° 25′, mit der Basis, einem Makro- und einem Brachydoma, deren Winkel zu 001 = 58°, resp. 64° 40′; das erstere Prisma bildet mit dem Makrodoma 40° 25′. Für die Analyse des Körpers, dessen Pulver nach dem Erhitzen in starker Salpetersäure löslich war, standen nur 30,7 mgr zur Verfügung; es wurde gefunden:

		Molecularverhältniss:	
P_2O_5	39,3	0,277	1,045
Fe_2O_3	42,3	0,265	1
H_2O	19,9	1,104	4,16
	101,5		

Darnach ist die Formel: $Fe_2P_2O_8 + 4H_2O$, und das Mineral identisch mit dem von Niess (s. d. Zeitschr. 1, 93) beschriebenen Strengit. Eine Zurückführung der sehr verschiedenen Ausbildungsweisen der Krystalle beider Vorkommen auf einander ist jedoch, da die Messungen der amerikanischen nur approximative sind, zur Zeit noch nicht möglich. Ref.: P. Groth.

89. H. How (in Windsor, Nova Scotia): **Ueber den Nickelgehalt amerikanischer Pyrrhotite und Arsenkiese** (Mineral. Magaz. a. Journ. of the Min. Soc. of Gr. Brit. a. Irel. 1877, 1, Nr. 4, 124—127). Es ist bekannt, dass Magnetkies in einzelnen Fällen bis fast 6% *Ni* enthält. Der Verf. bestimmte nun bei einer Anzahl nordamerikanischer Vorkommen den Gehalt an *Ni* und *Co* und fand, dass die betreffenden Pyrrhotine um so schwächer magnetisch waren, je grössere Mengen sie von jenen Metallen enthielten. Es wurden folgende Varietäten unter-

Digitized by Google

sucht: 1) Pyrrhotit von Cape Breton Island, Nova Scotia: derb, mit etwas blättriger Structur, stark polar magnetisch, $Ni = 0{,}36\%$. 2) P. von Nictans, Annapolis Co, N. S.: in derben Massen mit Quarz, wie Nr. 1; zieht beide Enden der Magnetnadel an; *Ni* mit Spur von $Co = 0{,}10\%$. 3) P. von Latite, New Brunswick: derb, feinkörnig, magnetisch wie der vorige: $Ni + Co$ wurde in verschiedenen Proben 0,09 bis $0{,}80\%$ gefunden. 4) P. von Lowell, Massachusetts: grobkörnig, von kleinen Gängen eines glimmerhaltigen, sehr kieselsäurereichen Gesteins durchzogen; sehr schwach magnetisch; die vollständige Analyse ergab:

Schwefel	33,91
Eisen	53,75
Nickel	2,41
Gangart und Verlust	9,93
	100,00

5) Arsenkies von Montagu, Halifax Co, N. S.: das Mineral findet sich hier und an andern Orten derselben Provinz mit metall. Gold; es enthält 0,09 *Co*. 6) Arsenkies von Lunenburg Co., 50 Meilen südwestlich von vorigem Orte: schöne glänzende Krystalle, welche kleine Mengen von *Co* und *Ni* enthalten.

Ein dem Verf. zugekommenes Nickelerz von Tilt Cove, Newfoundland, erwies sich als krystallisirter Millerit, associirt mit Perlspath und Quarz; derselbe findet sich auf einer, neuerdings durch Bergbau ausgebeuteten Lagerstätte von Kupferkies und Arsennickel.

Ref.: P. Groth.

40. J. B. Hannay (in Glasgow): **Einige neue Mineralien aus der Universitätssammlung in Glasgow** (Ebenda, Nr. 5, S. 149—153).

Arsenargentit = Ag_3As, bildet Nadeln mit unvollkommnen Endflächen, eingewachsen in derbes Arsen, von welchen es sich leicht trennen liess; bei der Analyse wurde gefunden:

		berechnet:
Ag	81,37	81,20
As	18,43	18,80
	99,80	100,00

Spec. Gew. = 8,825. Sehr kleine Krystalle der Substanz waren zahlreich in dem Arsen verstreut und wurden durch eine Lösung von unterchlorigsaurem Natron, welche das letztere vollkommen oxydirte, getrennt. Das betreffende, wahrscheinlich von Freiberg stammende Stück enthielt ausserdem noch rosenrothe Quarzkrystalle.

Plumbomanganit. Ein anderes Handstück, wahrscheinlich vom Harz, zeigt Silberglanz über Quarz, der seinerseits auf Gneiss aufsitzt; in oder unmittelbar auf diesem finden sich kleine Partien eines stahlgrauen, an der Luft broncefarben anlaufenden, verworren krystallinischen Minerals vom spec. Gew. 4,01 und von folgender Zusammensetzung:

		Berechnet:
Mn	49,00	49,62
Pb	30,68	31,13
S	20,73	19,25
	100,41	100,00

Die berechneten Zahlen entsprechen der Formel $3Mn_2S + PbS$.

Digitized by Google

Youngit. So nennt der Verf. eine Substanz, welche sich mit der vorigen zusammen, theils in kleinen bleiglanzähnlichen, aber weit härteren (Härte = Eisenglanz) Partieen, zum grösseren Theile aber dunkler, in grobkrystallinischen Aggregaten findet, mit einem Bruche, dem des Gusseisens ähnlich. Die erstere Varietät ist nahezu nach der Formel: $6\,ZnS + 2\,MnS + PbS$ zusammengesetzt:

		Berechnet:
Zn	40,07	39,26
Mn	11,13	11,05
Pb	20,92	20,78
S	28,85	28,91
	100,97	100,00

Spec. Gew. 3,62. Die zweite Varietät lieferte bei der Analyse dreier verschiedener Proben:

	I.	II.	III.	Berechnet:
Zn	38,46	37,92	37,75	37,81
Pb	24,22	24,58	22,18	25,01
Mn	6,93	6,77	7,00	6,64
Fe	2,83	2,80	3,14	2,71
S	27,50	26,93	28,99	27,83
	99,94	99,00	99,06	100,00

Spec. Gew. 3,59. Die Berechnung ist auf die Formel: $24\,ZnS + 5\,PbS + 5\,MnS + 2\,FeS$ gegründet*). Ref.: P. Groth.

41. Derselbe: Bowlingit, ein neues Mineral (Ebenda, S. 154—157). Dasselbe ist dunkelgrün, sehr weich und fettig anzufühlen, erscheint unter dem Mikroskop aus hellgrünen durchsichtigen Krystallen zusammengesetzt und schliesst zuweilen Körner von Olivin ein, so dass die Annahme seiner Entstehung aus letzterem wahrscheinlich ist; bildet kleine Gänge im Dolerit. Fundorte: Bowling bei Dumbarton und Cathkinhills bei Glasgow. Resultate der Analysen:

	Bowling:		Cathkin:	
	I.	II.	I.	II.
SiO_2	34,32	35,08	35,66	35,82
Al_2O_3	18,07	16,85	15,09	16,14
Fe_2O_3	3,65	3,92	5,22	4,85
FeO	6,84	6,95	7,02	6,99
MgO	9,57	10,22	12,41	11,73
$CaCO_3$	5,14	4,89	5,02	4,87
H_2O	22,70	21,85	19,89	19,63
	100,26	99,76	100,31	100,03

Abgesehen vom kohlensauren Kalk, giebt dies die Formel $R_2R_2Si_3O_{11} + 5H_2O$. Der Verf. ist jedoch geneigt, das Kalkcarbonat als Bestandtheil des Minerals anzusehen, welches dann 4 Mol. der obigen Verbindung auf 1 Mol. $CaCO_3$ enthalten würde. Ref.: P. Groth.

42. A. Julien, Analyse des Aglait (The Engineering and Mining Journal 22, 217, New York. — Entnommen aus Min. Mag. 1, Nr. 5, 191). Dieses neue Mineral hat folgende Zusammensetzung:

*) Sollten hier nicht mechanische Gemenge vorliegen? Der Ref.

Digitized by Google

SiO_2	58,11
Al_2O_3	24,38
Fe_2O_3	1,66
MnO	0,18
MgO	0,75
CaO	0,48
Li_2O	0,09
Na_2O	2,57
K_2O	8,38
H_2O	3,01
	99,61

Dies entspricht der Formel: $(H, Na, K)_{16} Al_6 Si_{24} O_{85}$. Ref.: P. Groth.

48. H. H. Gunn (in London): **Ueber russischen Phosphorit** (Mineral. Magaz. 1, Nr. 6, 209—211). Der neuerdings im südlichen Russland entdeckte Phosphorit bildet runde Massen von 5—9 Zoll Durchm., deren Aussenfläche glatt und abgerieben erscheint, während das Innere radialfaserig ist und oft Sprünge zeigt, ähnlich den sogen. Septarien. Farbe im Bruch blaulichgrau, H. 4, spec. Gew. 3,25. Chemische Zusammensetzung:

Phosphorsäure	35,18
Kohlensäure	1,50
Kalk	47,88
Eisenoxyd und Thonerde	2,65
Kieselsäure	8,25
Wasser	2,10
	98,56

Die beschriebenen Kugeln finden sich, ausgewittert aus untersilurischen Kalken oder Schiefern, lose auf einigen Hügeln und in den Thälern bei Kicheneff.

Ref.: P. Groth.

44. J. H. Collins (in Truro): **Duporthit, ein neues asbestähnliches Mineral** (Ebenda 1, Nr. 7, 226—227). Diese Substanz bildet kleine, höchstens 1½ Zoll mächtige Gänge im Serpentin von Duporth bei St. Austell, Cornwall, und besteht aus grünlich oder bräunlich grauen Fasern, welche schief gegen die Grenzfläche gerichtet sind. H. 2. Gew. 2,78. Analyse:

Kieselsäure	49,21
Thonerde	27,26
Eisenoxydul	6,20
Magnesia	11,14
Kalk	0,39
Natron	0,49
Wasser	3,90
dto. hygrosk.	0,68
	99,27

Betrachtet man die Hälfte des Wassers, welche erst bei einer höheren Temperatur fortgeht, als basisch, so entspricht die Zusammensetzung nahezu der Formel:

$$H_2 Fe Mg_3 Al_6 Si_8 O_{30}.$$

Das Mineral steht wohl am nächsten Dana's »Neolith« von Arendal und Eisenach, welcher jedoch ein anderes Verhältniss von $Mg : Al$ besitzt. Ref.: P. Groth.

Digitized by Google

45. A. H. Church (in Cirencester): **Notiz über Uranocircit** (Ebda. 234—236. Der Verf. fand, dass von den 8 Mol. Wasser, welche dieses Mineral enthält (s. d. Zeitschr. 1, 394), sechs bei 100° C. oder beim Aufbewahren der feingepulverten Substanz über Schwefelsäure entweichen, während die beiden letzten Mol. nur durch starkes Erhitzen ausgetrieben werden können. Die übrigen analytischen Resultate des Verf.'s stimmen mit denen Winkler's (s. a. a. O.) überein.

Ref.: P. Groth.

46. A. Liversidge (in Sydney): **Ueber die Bildung von Moos-Gold und Silber** (Chemical News, 1877, **35**, 68—71). Um zu untersuchen, ob das in gewissen australischen Arsenkiesen (von Orange und von Hawkins-Hill) enthaltene Gold deutliche Krystallisation zeige, erhitzte der Verf. Proben solcher Erze in der Muffel; nach der Vertreibung des *As* und *S* sollte das Eisenoxyd gelöst und so das Gold isolirt werden. Als nach Entfernung der flüchtigen Bestandtheile die Probe aus der Muffel genommen wurde, zeigte sie auf der Oberfläche zahlreiche kleine kuglige Efflorescenzen von Gold, zusammengesetzt aus den feinsten Spiessen und Haaren, welche oft sehr regelmässig spiralförmig gekrümmt waren. Manche von diesen Gebilden wurden von andern, aber dünneren Stielen gleichsam gestützt. Bekanntlich sind, wenn auch nicht gleiche, doch ähnliche Bildungen am natürlichen Golde beobachtet; das beste Vorkommen von haarförmigem Gold ist nach dem Verf. am Upper Cave River, Queensland. Es ist zu bemerken, dass weder der Arsenkies bei obigem Versuche geschmolzen war, noch das Gold Spuren der Schmelzung zeigte. Der Verf. versuchte, ob gleiche Erscheinungen auch bei künstlichen Mischungen aufträten, und fand in der That auch solche, nur weniger schön, wenn er pulverisirten Mispickel mit gefälltem Golde unter einer Decke von Borax schmolz und den Regulus wie vorher röstete. Um zu sehen, ob auch an andern Metallen Aehnliches zu beobachten sei, wurde geschmolzenes *AgCl* bei einer unter dem Schmelzpunkt des Silbers liegenden Temperatur im Wasserstoffstrom reducirt; es zeigten sich auf dem gebildeten Silber, besonders in Höhlungen, ähnliche haarförmige Gestalten. Sehr schönes, und dem natürlich vorkommenden ganz gleiches haarförmiges Silber erhielt der Verf. durch Erhitzen von geschmolzenem Silbersulfid in der Muffel zwischen 200 und 400° C., und zwar konnte hierbei das Wachsthum der Fäden schon innerhalb einiger Minuten deutlich wahrgenommen werden; dieselben brachen gleichsam aus dem Innern hervor, rechtwinklig gegen die scheinbar unveränderte Oberfläche des Schwefelsilbers. Ganz ähnlich ist das bei metallurgischen Processen nicht selten sich bildende Mooskupfer, welches der Verf. ebenfalls darstellte durch Reduction von natürlichem Kupferglanz in einem Wasserstoffstrom unter der Schmelztemperatur des Kupfers. Der Verf. nennt diese Art der Krystallbildung (die haarförmigen Gestalten als Aneinanderreihungen von Krystallen betrachtet) diejenige durch Thermoreduction.

Anm. An demselben Orte S. 117 u. 180 beschreibt W. M. Huttchings Versuche, welche ebenfalls beweisen, dass die Bildung des sogen. »Mooskupfers« bei verhältnissmässig sehr niedriger Temperatur vor sich gehen kann, und im Min. Magaz. Nr. 5, S. 158 f. und Nr. 7, S. 228 berichtet T. A. Readwin über Veränderungen des Volums haarförmigen Silbers bei gewöhnlicher Temperatur.

Ref.: P. Groth.

Digitized by Google

VII. Beitrag zur Kenntniss der Glimmer, insbesondere des Zinnwaldits.

Von

H. Baumhauer in Lüdinghausen.

(Hierzu Tafel III.)

Die Aetzeindrücke, welche auf der Basis des Muscovits bei Behandlung desselben mit einem heissen Gemische von gepulvertem Flussspath und Schwefelsäure entstehen, sind, wie ich in einer der königl. bayr. Akademie der Wiss. im Jahre 1874 vorgelegten Arbeit zeigte*), von entschieden monokliner Symmetrie und werden hauptsächlich von fünf Flächen (nebst der Basis selbst) begrenzt. Ein Strahl der Schlagfigur geht der Symmetrielinie parallel. In letzter Zeit wandte ich, durch die umfassenden Arbeiten von v. Kokscharow und Tschermak über die Glimmergruppe zu neuen Versuchen angeregt, bei dem genannten Mineral als Aetzmittel geschmolzenes Kalihydrat an und erhielt dabei schön ausgebildete Vertiefungen, welche bei gleichfalls monokliner Symmetrie dennoch eine wesentlich andre Form zeigen als die erst erwähnten. Sie sind sechsseitig, wobei abwechselnd je zwei Seiten unter einem sehr stumpfen Winkel zusammenstossen. Fig. 12 Taf. III zeigt einen solchen Eindruck, Fig. 11 einen mit Flussspath und Schwefelsäure erhaltenen.

Bekanntlich liefert auch wässrige Flusssäure beim Muscovit Aetzfiguren von monoklinem Habitus. Aus dem Gesagten geht hervor, dass die Aetzfiguren auf derselben Fläche eines Minerals zwar stets der Symmetrie nach demselben Krystallsystem entsprechen, im übrigen jedoch nach der

*) Damals waren mir die bezüglichen Versuche von Leydolt gänzlich unbekannt, wie es mir auch bisher noch nicht möglich war, den Originalbericht zu erlangen.

Digitized by Google

Art des gewählten Aetzmittels von verschiedener Ausbildung sein können*). Da nun die von mir mit Aetzkali behandelten Glimmerblättchen derselben Platte entnommen waren, welche mit Flussspath und Schwefelsäure geätzt die fünfseitigen Eindrücke lieferte, so ergiebt sich, dass die Aetzfiguren nicht, wie Sadebeck glaubt, zur Bestimmung der »Subindividuen niederer Stufe« dienen können, da sie dann doch offenbar auf derselben Fläche desselben Krystalles stets gleiche Gestalt besitzen müssten.

Beim Biotit hatte ich früher gleichseitig dreiseitige resp. sechsseitige Vertiefungen erhalten. Dieselben schienen mir rhomboëdrischer Natur zu sein; indess fiel mir damals schon auf, dass die dreiseitigen (mit Schwefelsäure erhaltenen) Vertiefungen gemäss ihrer Lage zur Schlagfigur einem Rhomboëder zweiter Art (der rhomboëdrischen Tetartoëdrie entsprechend) angehören müssten. Diese Eindrücke sind nun ebenso leicht, ja sogar ungezwungener mit dem monoklinen System in Einklang zu bringen. Es verhält sich dann mit den Flächen derselben wie mit denjenigen des scheinbaren Rhomboëders z, z, r ($1\bar{3}2$, $\bar{1}32$, $\bar{1}01$) des Glimmers. Die sechsseitigen, in ihrer vollkommensten Ausbildung regulär erscheinenden Eindrücke wurden bei Behandlung der Blättchen mit Flussspath und Schwefelsäure erhalten; sie gingen aus den dreiseitigen hervor, und ihre Seiten waren den Radien der Schlagfigur parallel. Neuere, noch nicht abgeschlossene Aetzversuche mit verdünnter Flusssäure berechtigen, wie mir scheint, zu der Hoffnung, dass es noch gelingen werde, auch an den Aetzfiguren des Biotits das monokline Krystallsystem in unzweideutiger Weise zu erkennen. Den Lithionglimmer von Zinnwalde hatte ich ebenfalls schon früher hinsichtlich seiner Aetzfiguren**) untersucht, indem ich als Aetzmittel Flussspath und Schwefelsäure anwandte. Die Eindrücke zeigten vollständige Asymmetrie sowie häufig eine verschiedene, auf Zwillingsbildung hinweisende Lage, und zwar so, dass die Vertiefungen durch Drehung in der Spaltungsebene nicht in parallele Stellung gebracht werden können. Dennoch wagte ich damals noch nicht, hieraus bestimmt auf die trikline Natur des genannten Minerals zu schliessen. Später ätzte ich dasselbe mit geschmolzenem Kalihydrat und erhielt wiederum unsymmetrische, übrigens von den mit Flussspath und Schwefelsäure erzeugten abweichende Vertiefungen, wie Fig. 13 zeigt, so dass mir hiernach kaum mehr ein Zweifel an der Zugehörigkeit des Zinnwaldits zum asymmetrischen System übrig

*) Vergl. auch die Versuche von Laspeyres am Topas; Derselbe erhielt an dem genannten Mineral bei Behandlung mit saurem schwefelsaurem Kali Eindrücke, welche von den von mir mit Aetzkali dargestellten wesentlich verschieden sind, wenngleich beide rhombische Symmetrie zeigen. L. folgerte hieraus schon, dass die Aetzfiguren sich mit dem Aetzmittel ändern können (d. Zeitschr. 1, 357).

**) N. Jahrb. f. Min. 1876, S. 1.

Digitized by Google

blieb. Indess konnte Tschermak*) auf optischem Wege keine Andeutung von gänzlicher Asymmetrie erkennen. Nur beobachtete er feine Falten in den Krystallblättchen, welche auf den *b* (010) -Seiten senkrecht sind, und auf die Tschermak mit der Bemerkung aufmerksam macht, dass er darin eine regelmässige Verwachsung des monoklinen Zinnwaldits mit einem triklinen Glimmer, der vielleicht die gleiche Zusammensetzung habe, vermuthe.

Ich habe nun eine nochmalige Prüfung der Strukturverhältnisse, der Aetzfiguren und theilweise des optischen Verhaltens des Zinnwaldits unternommen und bin dabei zu folgenden Resultaten gelangt.

An den unregelmässig begrenzten Spaltungsstücken des von mir zuerst untersuchten Zinnwaldits lassen sich manchmal deutlich zwei Streifungen erkennen, welche sich unter 60° treffen. Senkrecht hierzu verlaufen Zonen von verschiedener Breite und gelblicher Farbe, durch letztere sich von der übrigen farblosen bis grauen Substanz abhebend. Diese Zonen sind unter 120° geknickt; es hängt von der Grösse des Spaltungsstückes ab, ob man nur ein derartiges Zonensystem oder mehrere beobachten kann. Indess fand ich niemals mehr als drei. Die Spaltungsstücke waren meist verhältnissmässig klein, höchstens von 2 – 3 □cm Flächeninhalt.

Parallel mit den gelben Zonen oder Rahmen gehen nun zahlreiche sehr feine Streifen, deren Existenz in einer inneren Differenzirung der Krystallsubstanz begründet ist, und welche nicht, wie die erst genannten, als Oberflächenerscheinung zu betrachten sind. Demnach werden sie nicht im reflectirten, sondern im schief durchfallenden Lichte wahrgenommen, was, da von einer Einlagerung keine Rede sein kann, auf einer optischen Ungleichheit der Substanz beruhen muss. Diese Streifen fallen zwar ihrer Richtung nach mit jenen gelblichen Zonen zusammen, indess glaube ich, dass sie mit denselben nicht auf die nämliche Ursache zurückzuführen, sondern als eine besondere Erscheinung aufzufassen sind. Dafür spricht einmal der Umstand, dass die gelben Zonen zuweilen nicht so scharf abgegrenzt erscheinen, wie es jenen stets sehr markirten Streifen entsprechen würde, anderseits, dass sich oft auch in den Zonen selbst noch die viel feineren Streifen in grösserer oder geringerer Zahl deutlich erkennen lassen. Sind die Spaltungsstücke zu dünn, so lassen sich die Streifen im gewöhnlichen Lichte nicht mehr beobachten, da dann der Unterschied des optischen Verhaltens der Krystallsubstanz hierzu nicht mehr gross genug ist. Indess treten dieselben dann im parallelen polarisirten Lichte noch sehr deutlich hervor, eine Thatsache, welche im Zusammenhange mit an-

*) S. diese Zeitschr. 2, 39. Zu demselben Ergebnisse gelangte Herr Groth, welcher auf meinen Wunsch den Zinnwaldit gleichfalls in dieser Hinsicht untersuchte.

Digitized by Google

deren, gleich zu besprechenden Erscheinungen jenen gitterförmigen Bildungen ein besonderes Interesse verleiht. Zuvor sei noch bemerkt, dass zuweilen zwischen zwei sich unter 120° treffende Gitter noch eins eingeschaltet ist, welches, scharf gegen die beiden ersteren abgegrenzt, mit diesen beiderseitig einen Winkel von 150° bildet.

Betrachtet man nicht zu dicke Spaltungslamellen von Zinnwaldit im parallelen polarisirten Lichte einmal zwischen parallelen, dann zwischen gekreuzten Nikols, so findet man, dass sich — vorausgesetzt, es seien, wie es meist der Fall, nur zwei sich unter 120° treffende Streifungsrichtungen in denselben sichtbar — zweierlei Platten unterscheiden lassen, nämlich:

1) solche, bei welchen zwischen parallelen Nikols die Farbenintensität am grössten ist, wenn eines der beiden Streifensysteme mit den Polarisationsebenen der Nikols einen Winkel von 45° bildet, während dann die anderen Streifen damit einen Winkel von 75° einschliessen. Während aber die ersteren in dieser Stellung sehr deutlich hervortreten, indem sie abwechselnd grössere und geringere Farbenintensität oder (bei grösserer Dicke der Platten) ganz verschiedene Farben zeigen, nimmt man die anderen gar nicht oder doch undeutlicher wahr, wodurch sich schon ein charakteristischer Unterschied beider Systeme zu erkennen giebt. Ein solcher tritt zum zweiten Mal hervor, wenn man den Analysator um 90° und die Lamelle um 45° dreht. Dann — in der Auslöschungslage — zeigt sich umgekehrt dasjenige Streifensystem am deutlichsten, welches vorhin nicht oder nicht so gut zu erkennen war, während das andere System, welches in dieser Stellung der Polarisationsebene des unteren Nikol parallel geht, nicht mehr hervortritt. Die ganze Platte ist im Allgemeinen verdunkelt; das eine Streifensystem erscheint aber desshalb deutlich, weil seine abwechselnden Streifen nicht genau gleiche, sondern ein wenig gegen einander geneigte Auslöschungsrichtungen besitzen. Eine Auslöschungsrichtung der ganzen Platte, wenn man von jener kleinen Differenz absieht, geht parallel dem in erster Stellung (also bei parallelen Nikols) deutlichen Streifensystem, die andere steht senkrecht darauf und schneidet das zweite System unter 30°. Fig. 1 u. 2, wo jedesmal die undeutlichen, resp. nicht sichtbaren Streifen nur punktirt gezeichnet sind, sollen das Verhältniss bei parallelen und gekreuzten Nikols veranschaulichen. Neben den beschriebenen findet man

2) solche Platten, deren beide Streifensysteme sich gleich verhalten, nämlich zwischen gekreuzten Nikols in der Auslöschungslage beide deutlich erscheinen, wobei sie symmetrisch zur Polarisationsebene eines Nikols liegen, d. h. mit derselben jederseits einen Winkel von 60° bilden (Fig. 3). Zwischen parallelen Nikols erscheinen die Streifen gar nicht oder undeutlicher; es verhalten sich also hier beide Streifensysteme wie im ersteren Falle eines von beiden.

Digitized by Google

Aus dem Gesagten und aus der Thatsache, dass die Radien der Schlagfigur den Streifen parallel gehen, ergiebt sich, dass die letzteren entweder in der Richtung der Kanten b/c oder m/c (resp. m'/c) geordnet sind, wobei $b = (010)\ \infty\breve{P}\infty$, $m = (\bar{1}11) + P$ und $c = (001)\ oP$, und zwar liegt bei den Platten erster Art das zwischen parallelen Nikols deutlich erscheinende System in der Richtung von b/c, das andere in der von m/c; bei denjenigen zweiter Art liegen beide Systeme parallel m/c (resp. m'/c). Diese Auffassung wurde auch durch die spätere Untersuchung von Krystallen mit seitlicher Flächenausbildung aus dem Bonner mineralogischen Museum bestätigt. An einzelnen Platten konnte ich drei unter 120° zusammenstossende Gitter beobachten, von denen eines zwischen parallelen, die beiden anderen zwischen gekreuzten Nikols deutlich erschienen.

Die zwischen zwei, den Kanten m/c und m'/c parallel gehende Streifensysteme häufig eingeschalteten (in Fig. 4 bei XX gezeichneten) Streifen treten zwischen parallelen Nikols deutlicher als zwischen gekreuzten hervor und verhalten sich demnach ähnlich wie diejenigen, welche in der Richtung der Klinodiagonale liegen. Sie erscheinen am meisten markirt und verschiedenfarbig, wenn sie mit den Polarisationsebenen der Nikols einen Winkel von 45° bilden; eine Auslöschungsrichtung geht ihnen parallel. Ihre Richtung ist natürlich die der Orthodiagonale oder der Kante $H:c$ (wobei $H = +\ 2\breve{P}\infty$). Wie man sieht, giebt die Betrachtung der Platten im parallelen polarisirten Lichte ein Mittel an die Hand, die Richtungen m/c und b/c zu erkennen. Das geschilderte optische Verhalten der Streifen ist nun derart, dass dieselben weder auf die Einlagerung einer fremden Substanz, noch auf eine zonenweise Abwechselung verschiedener Materien zurückgeführt werden können; in beiden Fällen müssten die verschiedenen Streifensysteme im polarisirten Lichte gleiche Erscheinungen zeigen. Dass dies nicht der Fall ist, liegt in einer eigenthümlichen, mit dem Krystallwachsthum ursächlich verbundenen, ungleichmässigen Lagerung der Moleküle begründet, wodurch die vollständigen Tafeln des Zinnwaldits in sechs (resp. acht) scharf von einander getrennte Sectoren zerfallen, von welchen die b/c (und H/c) anliegenden einen anderen molekularen Bau besitzen als die vier anderen, deren Streifen parallel m/c (resp. m'/c) verlaufen. Die Streifen der ersteren treten zwischen gekreuzten Nikols in der Auslöschungslage nicht hervor, wohl aber deutlich nach der Drehung um 45° zwischen parallelen; diejenigen der letzteren verhalten sich umgekehrt. Im ersteren Falle scheint demnach den Molekülen der abwechselnden Streifen eine um ein Geringes abweichende Lage, welche auf eine Drehung um eine in der Ebene der Platte liegende Axe zurückzuführen wäre, eigen zu sein (daher die verschiedene Intensität oder Art der Farben zwischen parallelen Nikols bei gleicher Auslöschungsrichtung); im zweiten Falle besitzen die Moleküle, welche die abwechselnden Schichten

Digitized by Google

zusammensetzen, eine in der Plattenebene gegen einander verschobene Lage (daher die etwas abweichenden Auslöschungsrichtungen, welche das markirte Hervortreten der Streifen zwischen gekreuzten Nikols bedingen). Fig. 4 giebt ein ideales Bild der beschriebenen Streifensysteme und Sectoren, wobei die ausgezogenen Streifen zwischen gekreuzten, die punktirten zwischen parallelen Nikols am deutlichsten erscheinen.

Ganz ähnlich wie die seitlich unregelmässig begrenzten Spaltungsstücke verhalten sich die theilweise sehr ebenen Platten mit regelmässiger seitlicher Begrenzung, welche ich der Güte der Herren vom Rath und Groth verdanke. Sie zeigen im gewöhnlichen sowie im parallelen polarisirten Lichte die nämlichen Streifensysteme wie jene, sowie das damit zusammenhängende Zerfallen der Platten in verschiedene Sectoren. Dabei entsprechen stets die beiden Hälften, in welche die Platten durch die Symmetrieebene zerlegt werden, einander genau und verhalten sich desshalb wie Gegenstand und Spiegelbild. Dazu kommt, dass viele Platten von einem deutlichen, den Kanten *m/c* und *b/c* parallel verlaufenden, meist bläulich gefärbten und ziemlich breiten Rahmen eingefasst sind, welcher in der Regel an den *b*-Seiten dunkler gefärbt ist als an den Kanten *m/c*. Letztere sind ausserdem häufig noch mit einem schmalen, scharf abgegrenzten gelben Saume versehen, welcher an den *b*-Seiten stets fehlt.

Was nun die Aetzfiguren des Zinnwaldits betrifft, so sind, wie schon erwähnt, die mit Flussspath und Schwefelsäure und namentlich die mit geschmolzenem Kalihydrat erhaltenen asymmetrisch gestaltet. Auch verdünnte Flusssäure erzeugt bei etwa einstündiger Einwirkung Vertiefungen von asymmetrischer Form. Besonders scharfe derartige Eindrücke erhielt ich an den letzterwähnten ebenen Platten mit seitlicher Flächenausbildung, auf die sich denn auch vorzugsweise die folgenden Angaben beziehen. Die durch Flusssäure hervorgerufenen Aetzfiguren sind, wie die Figuren 5—10 zeigen, fünf- bis sechsseitig, und zwar sind im letzteren Falle drei Seitenpaare von verschiedener Länge zu unterscheiden. Während das längste Seitenpaar sowie das von mittlerer Länge Radien der Schlagfigur parallel geht, ist dies bei dem dritten Paare nur mitunter der Fall; sehr oft ist dasselbe gegen die beiden anderen in gesetzmässiger Weise schief angesetzt. Es kann auch wohl eine der beiden kleinsten Seiten gerade, die andere schief angesetzt sein. Letztere fehlt häufig ganz, wodurch die Unsymmetrie der nun fünfseitigen Eindrücke noch deutlicher hervortritt. Das Seitenpaar von mittlerer Länge liegt stets parallel einer Auslöschungsrichtung resp. der Kante *b/c*. Einzeln betrachtet weisen die Aetzfiguren also auf das trikline Krystallsystem hin.

Indess ist es nöthig, auch die Vertiefungen auf der entgegengesetzten Seite der Platten zu berücksichtigen, und hier ergiebt sich nun ein merkwürdiges Verhältniss, welches einerseits im Widerspruch mit dem trikli-

Digitized by Google

nen System steht und anderseits an Krystallen des monoklinen Systems noch nie beobachtet wurde. Wenn der Zinnwaldit wirklich dem triklinen System angehörte, so müssten in der Projection die Aetzfiguren der oberen und unteren Seite in der Ebene der Platten um 180° gegen einander gedreht sein, wie es Fig. 7 darstellt, wo der Eindruck der unteren Seite punktirt ist*). Dies findet aber (mit einer einzigen, unten zu besprechenden Ausnahme) nicht statt, sondern die Vertiefungen der unteren Seite fallen nach einer Drehung um 180° um die Makrodiagonale mit denjenigen der oberen zusammen, was dem monoklinen, aber nicht dem triklinen Systeme entspricht (s. Fig. 5, 6 und 9). Die zur Deckung nöthige Drehungsart ist also die monokline, die Gestalt der einzelnen Eindrücke eine trikline**).

Dieser Widerspruch wird nun durch die weitere Beobachtung gelöst, dass eine jede nach Fig. 4 vollständige oder auch nur von *m* und *b* seitlich begrenzte Platte sowohl auf ihrer oberen wie unteren Seite zweierlei, durch ihre Lage verschiedene Aetzfiguren zeigt, welche auf die beiden, auch in optischer Hinsicht wie Gegenstand und Spiegelbild sich verhaltenden Hälften gleichmässig vertheilt sind. Die schematischen Fig. 5 u. 6 stellen die beiden Theile einzeln, Fig. 8 eine ganze Platte dar. In letzterer Figur sind ausserdem die oben beschriebenen Streifensysteme und Sectoren durch punktirte Linien angedeutet. Die Aetzfiguren entsprechen, wie gesagt, ihrer Vertheilung nach den optischen Verhältnissen; sie müssen ferner nach vorn und hinten unsymmetrisch sein, wie es das monokline System verlangt, sowie nach rechts und links, wie es die eigenthümliche Struktur der Platten, das Zerfallen derselben in zwei Theile, erheischt. Es ist indess zu bemerken, dass die einzelnen Streifen ohne Einfluss auf die Aetzfiguren zu sein scheinen, indem die letzteren auf allen Streifen, sofern diese einer und derselben (rechten oder linken) Seite angehören, gleiche Gestalt und Lage zeigen. Untersucht man die geätzten Blättchen nach vorhergegangener sorgfältiger Reinigung mit Wasser bei 100facher Vergrösserung im stark abgeblendeten Lichte unter dem Mikroskop, so kann man die Grenze der beiden, verschiedene Aetzfiguren zeigenden Theile deutlich wahrnehmen. Dieselbe verläuft unregelmässig gekrümmt und fällt, wie erwähnt, fast stets mit der Linie zusammen, in welcher sich die beiden, zwischen gekreuzten Nikols hervortretenden Streifensysteme treffen, wobei sie dann

*) Ebenso sind in den Fig. 5, 6, 9 und 10 die Eindrücke der unteren Seite punktirt.

**) Wenn die beschriebene Lage der unteren zu den oberen Aetzfiguren nur an einzelnen Platten, nicht aber an allen Spaltungsstücken beobachtet würde, so könnte man dieselbe auch unter Annahme des triklinen Systems durch Zwillingsbildung mit Uebereinanderlagerung erklären. Dann ist aber nicht einzusehen, warum bei der Spaltung nie die Verwachsungsfläche getroffen wird, und daher jede einzelne Lamelle noch als Zwilling erscheint.

Digitized by Google

als feine (einer Zwillingsgrenze ähnliche) Naht erscheint. Da hingegen, wo sie über eingeschaltete Streifen parallel *H/c* geht (s. Fig. 8), oder wo sie, wie ich in einem einzigen Falle (Fig. 10, untere Seite der Platte, bei *nn*) beobachtete, einen von der genannten Linie abweichenden Verlauf nimmt, tritt sie als solche weniger markirt hervor und ist desshalb dort nur punktirt gezeichnet. Dann erkennt man sie aber mit Sicherheit an der verschiedenen Lage der daselbst befindlichen Aetzeindrücke. Die ganze Fläche *c* ist nämlich mit sehr kleinen Vertiefungen dicht bedeckt, wodurch eine eigenthümliche Struktur entsteht, welche unter dem Mikroskop die Grenze der beiden verschieden orientirten Theile leicht ermitteln lässt. Ausser den kleinen finden sich einzelne grössere Vertiefungen, welche besonders scharf ausgeprägt sind.

Zum Schluss will ich noch zwei der geätzten Blättchen kurz beschreiben. Die in Fig. 9 dargestellte, theilweise mit Randflächen versehene Platte zeigt durch die verschiedenartige Lage der Eindrücke auf der oberen und der unteren Seite sehr deutlich den geschilderten Bau der Zinnwalditafeln. Wollte man, wozu ich früher geneigt war, den Zinnwaldit als triklin betrachten, so wäre die hier abgebildete Spaltungsplatte als Vierling oder richtiger als Zwilling mit Durchkreuzung aufzufassen. Die zu beiden Seiten der (scheinbaren) Zwillingsnaht gelegenen, nach dem Brachypinakoid in Zwillingsstellung befindlichen Theile wären nämlich selbst wieder Zwillinge, insofern jedesmal die obere Seite einem gegen die untere in Zwillingsstellung befindlichen Individuum angehörte. Der rechte obere Theil würde mit dem linken unteren, der linke obere mit dem rechten unteren je ein Individuum bilden. Fig. 9 veranschaulicht auch bei *x* die mikroskopische Structur der geätzten Fläche *c*, deren oben Erwähnung geschah. Die punktirten Linien deuten die im polarisirten Lichte besonders hervortretenden Streifen parallel *m/c* und *b/c* an. Dieselben erscheinen hier ausnahmsweise nur am Rande, während sie in der Regel mehr über die ganze Platte verbreitet sind, wie es Fig. 4 zeigt. Einen Theil einer anderen mit wässriger Flusssäure geätzten Spaltungsplatte stellt Fig. 10 dar. Dieselbe unterscheidet sich von der vorigen wie von allen anderen von mir untersuchten Tafeln dadurch, dass die beiden oberen und unteren mit verschieden orientirten Eindrücken bedeckten Theile nicht in derselben Linie zusammenstossen. Die Grenze der oberen Theile ist mit Ausnahme der Stellen, wo sie über Streifen parallel *H/c* geht, wie bei *t* und *u*, als deutliche Naht erkennbar, während die der unteren (bei *nn* verlaufende) erst durch die verschiedenartige Struktur der daselbst einander berührenden Partien zu ermitteln ist. Da also für einen Theil der Platte die Aetzfiguren der unteren Seite gegen die der oberen in der Spaltungsebene um 180° gedreht erscheinen, so könnte man hiernach diesen Theil wenigstens als triklin ansprechen. Indess glaube ich, diesen alleinstehenden Fall als Aus-

Digitized by Google

nahme auffassen und für den Zinnwaldit an dem monoklinen System, welchem die übrigen Platten sich sämmtlich einordnen lassen, festhalten zu müssen. Freilich hat die beschriebene Platte mir die Entscheidung sehr erschwert, und weiss ich auch bis jetzt für deren merkwürdiges abweichendes Verhalten keine genügende Erklärung zu geben.

Ungefähr in der Mitte der Fig. 10 bei *s* sieht man zwei verschieden gelagerte, aber an der scheinbaren Zwillingsnaht vereinigte Eindrücke. Bei *ll* und *rr* sind einzelne Streifen parallel *m/c*, bei *s*, *t* und *u* dichter zusammengedrängt solche parallel *H/c*, bei *hh* und *ii* endlich gelbe (eingangs erörterte) Zonen angedeutet.

Digitized by Google

VIII. Die Glimmergruppe.

(II. Theil.)

Von G. Tschermak in Wien. *)

Chemische Zusammensetzung.

Im ersten Theile der Abhandlung wurden Beobachtungen mitgetheilt, welche sich auf die krystallographischen und optischen Eigenschaften der Glimmer beziehen. Der vorliegende Theil beschäftigt sich mit der Aufgabe, die Zusammensetzung jener Verbindungen zu ermitteln, welche in den verschiedenen Glimmern enthalten sind. Die Lösung hat einige Schwierigkeiten, weil es nur wenige Glimmer gibt, welche die gleiche procentische Zusammensetzung darbieten, die meisten hingegen untereinander verschieden sind und grosse Schwankungen zeigen. Diese erscheinen als complicirte isomorphe Mischungen. Nach vielen Versuchen, das Gemeinsame in dieser Mannigfaltigkeit zu erkennen, erhielt ich ein Resultat, welches zeigt, dass in allen Glimmern ein und derselbe Kern steckt, um welchen sich die übrigen vorhandenen Verbindungen als wechselnde Beigaben gruppiren.

Die Rechnung gründet sich auf die schon im ersten Theile bezeichneten 16 Analysen, welche sämmtlich im Laboratorium des Herrn Prof. E. Ludwig ausgeführt sind**). Andere Analysen, im Texte als fremde Analysen bezeichnet, wurden auch als Beispiele angeführt, aber nicht für die Berechnung der Verbindungen benützt, aus Gründen, die sich im Folgenden von selbst ergeben werden.

Ueber die Methode der neuen Analysen habe ich aus den Mittheilungen meines geehrten Freundes, des Herrn Prof. E. Ludwig hervorzuheben, dass das im reinen Zustande empfangene Material, welches nach der gewöhnlichen Methode nur schwierig und unvollkommen zerrieben werden

*) Forts. v. d. Z. 2, 50. Aus dem 78. Bd. d. Sitzungsber. d. k. Akademie in Wien vom Verf. mitgetheilt.

**) Tschermak, mineralog. Mittheil. 1873, 1874, 1877; s. auch d. Zeitschr. 2, 521, 522.

Digitized by Google

kann, unter Wasser zu feinem Pulver zerrieben wurde. Es erfolgt das Pulvern dann ebenso leicht wie bei einem spröden Silicat von gleicher Härte. Die erhaltene Kieselsäure ist selbstverständlich jedesmal mittelst Flusssäure auf ihre Reinheit geprüft worden. Auch bei den magnesiareicheren Glimmern wurde sie ganz rein befunden. Die kleine Menge von Kieselsäure, welche in den Thonerdeniederschlag übergeht, wurde nachträglich in demselben bestimmt. Auf die Trennung der Thonerde, Kalkerde und Magnesia wurde die grösste Sorgfalt verwendet. Die Trennung der letzten Antheile der Magnesia von den Alkalien geschah mittelst Quecksilberoxyd. Ueber die sorgfältigere neuere Bestimmung des Lithions wurde in der Arbeit des Herrn Berwerth besonders berichtet*).

Die wichtigsten Verbesserungen des früheren Verfahrens erfolgten bei der Bestimmung des Eisenoxyduls und des Wassers. Die Menge des Eisenoxyduls wurde in der Lösung, welche mittelst vollkommen reiner Flusssäure und Schwefelsäure bei Abschluss der Luft erhalten war, volumetrisch ermittelt.

Das Wasser wurde direct bestimmt, indem das gepulverte und bei 120° C. getrocknete Mineral in einem Platinrohr geglüht und der entwickelte Wasserdampf in Schwefelsäure aufgefangen wurde.

Bei den fluorhaltigen Glimmern ist sodann eine neue Methode durch Aufschliessen mit kohlensaurem Alkali und Aufsammeln des Wassers im Chlorcalciumrohr angewandt.

Das Fluor wurde nach der Methode von Berzelius und H. Rose als Fluorcalcium bestimmt. Zur Controle wurde das letztere in Gyps verwandelt. Es zeigte sich in allen Fällen genaue Uebereinstimmung.

Die früheren Analysen von Glimmern sind ziemlich zahlreich, doch genügen nur wenige den heute gestellten Anforderungen.

Auf die Reinigung des Materials wurde nicht immer grosse Sorgfalt verwendet. So gut wie die Krystalle in feine Blättchen zertheilt und diese mit der Loupe ausgesucht werden müssen, und schliesslich eine mikroskopische Durchsicht erfolgen muss, so ist dies auch bei derben grossblättrigen Glimmern erforderlich. Bei schuppigen Aggregaten ist man aber niemals sicher, dass nur eine einzige Glimmerart vorhanden sei, in vielen Fällen hat man ein Gemisch vor sich und ein Aussuchen ist kaum oder gar nicht möglich, weil die einzelnen Arten als Schüppchen nicht unterschieden werden können. (Siehe Fuchsit, Sericit, Margarodit etc.)

Ein zweiter Umstand, welcher bis jetzt keine Berücksichtigung gefunden hat, ist die Veränderlichkeit der Glimmer. Eine Anzahl der vorhandenen Analysen bezieht sich auf Minerale, die entweder vollständig oder zum Theile zersetzt und umgewandelt sind. In beiden Fällen sind es keine ein-

*) Tschermak, Mineralog. Mittheil. 1877, p. 337; d. Zeitschr. 2, 522.

Digitized by Google

fachen Verbindungen, sondern zufällige Gemische, die nicht mehr zum Glimmer gehören. Es ist nun allerdings von grossem Interesse, die chemischen Umwandlungen der Glimmer kennen zu lernen, aber es ist nicht sehr zweckmässig, jedem zufälligen Gemenge einen Namen zu geben und es macht Verwirrung, wenn derlei Minerale gleichberechtigt zu den Glimmern oder Chloriten gestellt werden. Dies bezieht sich auf jene Gemenge, die Voigtit, Rubellan, Vermiculit, Jefferisit, Hallit, Eukamptit, Aspidolith etc. genannt wurden. Sie sind Pseudomorphosen und Gemenge, keine ursprünglichen einfachen Minerale.

Ein Mangel, welcher den meisten der früheren Analysen anhaftet, ist das Unterlassen der Prüfung der Kieselsäure auf ihre Reinheit, ein viel grösserer noch die fehlerhafte Methode der Bestimmung des Eisenoxyduls. Das Mineral wurde gewöhnlich mit Borax zusammengeschmolzen, hierauf in der salzsauren oder schwefelsauren Lösung das Oxydul titrirt.

Man hat mehrfach die Befürchtung ausgesprochen, dass bei jenem Zusammenschmelzen ein Theil des Oxydes durch die Flammengase reducirt werde. Bei den Glimmern zeigt sich aber regelmässig, dass die älteren Analysen nicht zu wenig, sondern zu viel Eisenoxyd ergaben. Dies rührt, wie E. Ludwig neuerdings bestätigte, von dem Wassergehalte des Glimmers her. Eisenoxydulverbindungen werden durch Glühen bei Gegenwart von Wasser oxydirt, indem das Wasser zerlegt wird. Da nun 1 Gewichtstheil Wasser im günstigen Falle 8 Gewichtstheile Eisenoxydul in Oxyd zu verwandeln vermag, so muss die ältere Methode bei den Glimmern, welche bis 5 Procente Wasser enthalten, zu Irrungen führen. Aber auch die neuere Methode durch Aufschliessen mit Flusssäure und nachherigem Titriren liefert nur dann brauchbare Resultate, wenn die Säure vollständig rein respective frei von schwefliger Säure dargestellt worden.

Wie gross die Unterschiede sein können, welche durch verschiedenes Verfahren bedingt werden, zeigen folgende zwei Fälle in Glimmeranalysen:

		A. Mitscherlich	Kobell
Miask:	Eisenoxyd	2,25	10,38
	Eisenoxydul	14,36	9,36
		Rammelsberg	Berwerth
Zinnwald:	Eisenoxyd	4,68	0,66
	Eisenoxydul	6,80	11,61.

Die Menge des Wassers ist in den früheren Analysen zu gering gefunden worden. Erstens wurde nicht lange genug geglüht, da die Glimmer das Wasser zum Theil sehr hartnäckig zurückhalten, zweitens wurde das Wasser aus dem Glühverluste berechnet, was bei den eisenhaltigen Glimmern fehlerhaft ist, denn diese nehmen beim Glühen theils aus der Luft, theils aus dem enthaltenen Wasser Sauerstoff auf.

Digitized by Google

Was die Berechnung der Analysen anlangt, möchte ich bemerken, dass die leider noch immer gebräuchliche Methode aus den Sauerstoffproportionen auf die Zusammensetzung zu schliessen, von mir nicht angewendet wird. Diese Methode ist ein Umweg, der leicht irreführt.

Bei der Berechnung der Analyse suchen wir das einfachste atomistische Verhältniss der gefundenen Grundstoffe. Da bei der Analyse von diesen die einen als Monoxyde, die anderen als Sesquioxyde, Bioxyde etc. bestimmt und in Rechnung gebracht werden, so ist es klar, dass die Sauerstoffproportionen im Allgemeinen höhere Zahlen, complicirtere Zahlen darbieten werden, als jenes gesuchte einfachste Verhältniss. Hat man aber die Zahlen vor sich, aus welchen die Sauerstoffproportion gerechnet werden soll, so wird man immer geneigt sein, die einfachere Proportion anzunehmen statt die höheren Zahlen zu berücksichtigen, und gerade diese sind meistens die richtigen.

Ein Beispiel dafür, wie man sich durch die Berechnung der Sauerstoffverhältnisse den richtigen Weg selbst verrammelte, ist der Epidot, dessen Zusammensetzung $Si_6\,Al_6\,Ca_4\,H_2\,O_{26}$ lange nicht erkannt wurde. Als zuerst ich und nachher Kenngott diese Formel aufgestellt hatten, wurde sie bestritten, denn das Sauerstoffverhältniss, welches dieser Formel entspricht, ist kein sehr naheliegendes, nämlich 12 : 9 : 4 : 1, wogegen das atomistische Verhältniss der zugehörigen Stoffe ein sehr einfaches ist, nämlich 3 : 3 : 2 : 1. Man hatte aber früher die einfachere Sauerstoffproportion 9 : 6 : 3 : 1 angenommen, und war zu dem complicirteren Atomverhältniss 9 : 8 : 6 : 4 gelangt, das zugleich unrichtig war.

Ein älteres Beispiel sind die Plagioklase, welche ein bedenkliches Schwanken der Sauerstoffproportion zeigen, nämlich

von 6 : 3 : 1
bis 2 : 3 : 1,

während das Verhältniss der säurebildenden Atome zu den Metallatomen und zu den Sauerstoffatomen bei den beiden Extremen, nämlich Albit

$$Si_6\,Al_2\,Na_2\,O_{16}$$

und Anorthit

$$Si_4\,Al_4\,Ca_2\,O_{16}$$

sowie bei allen zwischenliegenden Plagioklasen dasselbe bleibt, nämlich 8 : 2 : 16 oder 4 : 1 : 8.

Es gilt also auch hier ein altes Vorurtheil abzuschütteln, denn man hat früher allerdings geglaubt, die Ordnung in der unorganischen Natur müsse sich auch durch die Einfachheit der Sauerstoffproportion manifestiren.

Was ich bei der Berechnung voraussetzte, ist die Isomorphie von Al_2O_3 und Fe_2O_3, ferner jene von MgO und FeO. Dafür sprechen so zahl-

Digitized by Google

reiche Erfahrungen, dass wohl ein Zweifel nicht mehr aufkommen kann. Bisher hat sich eine Abweichung von dieser Regel nicht gezeigt.

Im Laufe der Berechnung hat sich herausgestellt, dass in den Glimmern die Metalle *K*, *Na*, *Li* isomorph auftreten, indem sich zeigte, dass die Kalium-, die Natrium- und die Lithiumverbindung, welche einander entsprechen, in wechselnden Verhältnissen gemischt erscheinen, ohne dass die Form bedeutend geändert wird. Anders ist es mit dem Wasserstoff, mit dem Magnesium, Calcium, Fluor. Die hier eintretenden Verhältnisse bezüglich der Isomorphie werden später ersichtlich werden.

Die im Folgenden adoptirten Formeln sind nicht immer die kleinsten, welche durch Abkürzung der Proportion erhalten werden können, sondern jene, welche sich durch sorgfältige Vergleiche als die wahrscheinlichsten ergeben haben.

Die Prüfung der aufgestellten Formel führe ich immer so aus, dass ich die aus der Formel berechneten percentischen Verhältnisse mit den Ergebnissen der Analyse vergleiche. Diese Methode ist nach meiner Ansicht die beste, weil sie erlaubt, mit einem Blick zu erkennen, ob die berechneten Zahlen sich innerhalb der Grenzen der möglichen Beobachtungsfehler bewegen oder nicht, und ob die Fehler, wie es die Wahrscheinlichkeitsrechnung verlangt, bald positiv, bald negativ sind oder nicht.

Das häufig angewandte Verfahren, die Verbindungsverhältnisse, welche sich aus den Daten der Analyse berechnen, mit den theoretischen Zahlen zu vergleichen, ist hingegen durchaus nicht zu empfehlen, wenn es sich darum handelt, die Formel zu verificiren, denn bei diesem Vergleiche entschwindet die Grösse des möglichen Beobachtungsfehlers gänzlich der Beurtheilung. Wofern man hingegen die Formel aufzusuchen oder die einzelne Analyse zu controliren hat, wird man selbstverständlich von dem aus der Analyse gerechneten Verbindungsverhältnisse ausgehen.

Für den Damourit, Paragonit, Margarit wurden dieselben Formeln gefunden, welche schon von Rammelsberg und anderen Autoren aufgestellt worden; theilweise gilt dies auch für den Muscovit und Lepidolith; alle übrigen Glimmer lieferten hingegen Resultate, welche von den früher erhaltenen mehr oder weniger abweichen. Dabei muss immer in Betracht gezogen werden, dass mein Standpunkt ein verschiedener, da es mir nicht darum zu thun war, den Mineralen Formeln zu geben, welche nichts anderes als die Analyse in abgekürzter Form darstellen, sondern da ich, wie bei der Berechnung der Feldspathe, der Pyroxen- und Amphibolgruppe, darauf ausging, jene chemischen Verbindungen zu eruiren, welche in der ganzen Gruppe auftreten.

Digitized by Google

Muscovit (Damourit).

Die klaren Tafeln, welche unter dem gegenwärtig im Handel verbreiteten ostindischen Muscovit öfter zu finden sind, geben ein vorzügliches Untersuchungsmaterial ab, das leicht im reinen Zustande zu erhalten ist. Solche Tafeln, welche unter dem Mikroskope fast frei von fremden Einschlüssen erschienen und erst bei grösserer Dicke eine braune Färbung zeigten, wurden der Analyse unterworfen. Ein Exemplar mit der Bezeichnung Bengalen lieferte die Resultate unter I, ein anderes Exemplar mit der Angabe Ostindien jene unter II. Wofern in diesen Analysen statt des gefundenen Eisenoxyds die äquivalente Menge Thonerde eingeführt wird, ebenso statt der gefundenen Mengen von Eisenoxydul und Kalk *) die äquivalente Menge von Magnesia, endlich statt der gefundenen Mengen von Natron und Lithion die äquivalente Menge von Kali angesetzt wird und schliesslich die Analysen auf 100 berechnet werden, so ergeben sich als reducirte Analysen die unter I *r.* und II *r.* angeführten Zahlen.

	I.	I *r.*	II.	II *r.*
Fluor	0,15	0,15	0,12	0,12
Kieselsäure	45,57	45,75	45,71	45,69
Thonerde	36,72	37,48	36,57	37,32
Eisenoxyd	0,95		1,19	
Eisenoxydul	1,28		1,07	
Magnesia	0,38	1,22	0,71	1,62
Kalkerde	0,21		0,16	
Natron	0,62		0,79	
Kali	8,81	10,33	9,22	10,42
Lithion	0,19		—	
Wasser	5,05	5,07	4,83	4,83
	99,93	100	100,67	100
Spec. Gewicht	2,831		2,830	

Die Analysen führen zu folgenden Verbindungsverhältnissen:

	Fl	SiO_2	Al_2O_3	MgO	K_2O	H_2O
I.	0,06	7,59	3,63	0,30	1,09	2,78
II.	0,06	7,62	3,63	0,40	1,11	2,62

Werden die geringen Mengen von Fluor und Magnesium einstweilen vernachlässigt, so geben die angeführten Verhältnisse für den untersuchten Muscovit die Formel:

$$6\,SiO_2 . 3\,Al_2O_3 . K_2O . 2\,H_2O.$$

*) Da die Menge von Kalk nur sehr gering, so mag diese Reduction hier gestattet sein.

Digitized by Google

Die percentischen Zahlen, welche dieser Formel entsprechen, geben im Vergleiche mit den reducirten Analysen Folgendes:

	Rechnung	I*r.*	II*r.*
Fluor	—	0,15	0,12
Kieselsäure	45,06	45,75	45,96
Thonerde	38,67	37,48	37,42
Magnesia	—	1,22	1,62
Kali	11,77	10,33	10,42
Wasser	4,50	5,07	4,83

Die Uebereinstimmung ist eine befriedigende, aber nicht ganz vollständige, weil der Gehalt an Magnesium und Fluor das Verhältniss der übrigen Bestandtheile etwas ändert. Die Zahlen für Kali bleiben um etwas gegen die theoretischen zurück, woraus zu schliessen, dass auch ein wenig von einer kaliumärmeren Verbindung, nämlich $Si_6 Al_6 KH_5 O_{24}$ oder $Si_6 Al_6 H_6 O_{24}$ beigemischt sei. Der Wassergehalt ist in der einen Analyse um 0,57 Percent, in der anderen um 0,33 Percent zu gross, eine Erscheinung, welche auch bei den übrigen Glimmern wiederkehrt und weiter ihre Erklärung erhalten wird.

Vielleicht darf aber schon hier bemerkt werden, dass nach Berücksichtigung der isomorph beigemischten Verbindungen, welche Magnesium respective Fluor enthalten, und deren Mengen 2,60 Percent respective 1,20 Percent betragen, die Rechnung sehr vollkommen mit der Beobachtung übereinstimmt. Es ergibt sich nämlich, wofern die am Schlusse angeführte Methode der Berechnung anticipirt wird, Folgendes:

	Rechnung	I*r.*	II*r.*
Fluor	0,14	0,15	0,12
Kieselsäure	45,88	45,75	45,96
Thonerde	3,747	37,48	37,32
Magnesia	1,49	1,22	1,62
Kali	10,41	10,33	10,42
Wasser	4,67	5,07	4,83

Von fremden Analysen des Muscovits sind nur solche zum Vergleiche brauchbar, welche wenig Eisen und Magnesium angeben. Die Mehrzahl derselben entspricht ungefähr der obigen Formel, wie folgende Beispiele zeigen:

1. Goshen Mass. Rammelsberg, 2. Utö, Rammelsberg, 3. Litchfield, Smith und Brush, 4. Dichter Muscovit von Unionville Penn. König, 5. Dichter M. (Damourit) Pontivy, Delesse.

Digitized by Google

	1.	2.	3.	4.	5.
Fluor	0,52	1,32			
Kieselsäure	47,02	45,75	44,60	45,73	45,22
Thonerde	36,83	35,48	36,23	37,10	37,85
Eisenoxyd	0,51	1,86	1,34	1,30	—
Manganoxydul	1,05	0,52	—	—	—
Magnesia	0,26	0,42	0,37	0,34	—
Kalkerde	—	—	0,50	—	—
Natron	0,30	1,58	1,10	0,88	—
Kali	9,80	10,36	6,20	10,50	11,20
Wasser	3,90	2,50	5,26	1,48	5,25
	100,19	99,79	98,60	100,33	99,52
Spec. Gew.	2,859	2,836	2,76 (?)	2,857	2,792

Auch hier ist zu bemerken, dass der Gehalt an Fluor, sowie an zweiwerthigen Metallen öfters die Verhältnisse etwas verschiebt, indem kleine Mengen der entsprechenden Verbindungen, welche zugleich dem Muscovit isomorph sind, beigemischt erscheinen.

Von diesen Verbindungen kann natürlich erst später ausführlicher die Rede sein. Der Wassergehalt in den älteren Analysen stimmt oft mit der theoretischen Menge nicht überein, da die frühere Methode der Wasserbestimmung sehr unvollkommen war. Es scheint, dass die Schwierigkeit der völligen Austreibung des Wassers auch von der blätterigen Textur herrührt, welche bei der früheren Methode ein vollständiges Pulverisiren hinderte. Die krystallisirten Glimmer gaben nämlich ehedem zu kleine Zahlen, während die dichten Muscovite, welche man Damourit nennt, auf Zahlen führten, welche den theoretischen gleichkommen oder sie übertreffen. Demzufolge ist für den Damourit schon vor längerer Zeit von Rammelsberg die Muscovitformel aufgestellt worden. Ich habe schon früher die Ueberzeugung ausgesprochen *), dass der Damourit nur ein dichter Muscovit sei. Die Angabe von Descloizeaux, welche für den Damourit von Pontivy in den feinen Schuppen einen Winkel der optischen Axen von 10° bis 12° anführt **), stimmt zwar nicht gut mit dieser Vereinigung, doch fand ich sowohl in dem Damourit von Reschitza, von Pregratten, sowie neuerlich in dem von Horsjöberg in Wermland durchaus Blättchen mit dem beim Muscovit gewöhnlichen Axenwinkel von 60° bis 70°.

Der Muscovit repräsentirt in der Glimmergruppe eine der einfachsten Verbindungen. Die kleinste Formel derselben ist, weil die Aluminiumatome in paariger Anzahl erscheinen müssen:

$$Si_6 Al_6 K_2 H_4 O_{24}.$$

*) Sitzungsberichte d. Wiener Akad. 58. 2. Abth.

**) Manuel de Mineralogie, p. 498.

Digitized by Google

Wenn man in Betracht zieht, dass der enthaltene Wasserstoff erst bei hohen Temperaturen als Wasser entweicht, so ist die Verbindung als eine solche zu betrachten, die vertretbaren Wasserstoff enthält, und es würden demgemäss, wenn bloss an die Vertretung von Wasserstoff durch Kalium gedacht wird, folgende Verbindungen möglich erscheinen:

$$Si_6 Al_6 H_6 \quad O_{24}$$
$$Si_6 Al_6 H_5 K \quad O_{24}$$
$$Si_6 Al_6 H_4 K_2 O_{24} \ldots\ldots K$$
$$Si_6 Al_6 H_3 K_3 O_{24} \ldots\ldots K'$$
$$Si_6 Al_6 H_2 K_4 O_{24} \ldots\ldots K''$$
$$Si_6 Al_6 H \quad K_5 O_{24}$$
$$Si_6 Al_6 \quad K_6 O_{24} \ldots\ldots K'''.$$

Von diesen wären die vier mit K, K', K'' und K''' bezeichneten Verbindungen in den verschiedenen Glimmerarten anzunehmen. Es ist aber klar, dass man statt der oben genannten auch Molekelverbindungen annehmen darf, welche sich aus den beiden Arten von Molekeln:

$$Si_2 Al_2 H_2 O_8$$

und

$$Si_2 Al_2 K_2 O_8$$

zusammensetzen, und zwar würde das Verhältniss beider in K, K' und K'' sein 2 : 1, 1 : 1, 1 : 2. Speciell für den Muscovit hätte man

$$\left.\begin{matrix} Si_2 Al_2 H_2 O_8 \\ Si_2 Al_2 H_2 O_8 \\ Si_2 Al_2 K_2 O_8 \end{matrix}\right\} \ldots\ldots K.$$

Es gibt auch Muscovite, welche in ihrer Zusammensetzung von der eben entwickelten Regel etwas abweichen und sich den Lepidolithen nähern. Ich habe diese Abtheilung als Phengite bezeichnet und werde dieselben später besprechen.

Paragonit.

Dieser Glimmer ist bisher noch nicht in grösseren freien Krystallen oder Tafeln gefunden worden, daher ich ein vollständig reines vertrauenswerthes Material nicht erlangte. Es genügen aber die schon vorhandenen Analysen des schuppigen Minerales, um zu zeigen, dass der Paragonit vollständig dem Muscovit entspricht. Die Formel ist:

$$Si_6 Al_6 Na_2 H_4 O_{24}.$$

1. P. v. Gotthard Rammelsberg, 2. von Pregratten Oellacher, 3. von ebendaher Kobell.

Digitized by Google

	1.	2.	3.
Kieselsäure	47,75	44,65	48,00
Thonerde	40,10	40,41	38,29
Chromoxyd	—	0,10	—
Eisenoxyd	—	0,84	0,91
Magnesia	—	0,37	0,36
Kalkerde	—	0,52	—
Natron	6,04	7,06	6,70
Kali	1,12	1,71	1,89
Wasser	4,58	5,04	2,51
	99,59	100,70	98,66

Die reducirten Beobachtungen ergeben im Vergleiche mit der Rechnung Folgendes:

	1.	2.	3.	Rechnung
Kieselsäure	48,13	44,82	48,48	46,94
Thonerde	40,42	41,17	39,27	40,29
Magnesia	—	0,74	0,36	—
Natron	6,83	8,24	8,02	8,08
Wasser	4,62	5,06	2,53	4,69
	100	100	98,66	

Nach den bisherigen Erfahrungen ist es wahrscheinlich, dass die Substanz des Paragonits und jene des Muscovits sich beim Krystallisiren in den verschiedensten Verhältnissen zu mischen vermögen, denn in manchen Analysen von Muscoviten erscheint ein Drittel, und in einer (Litchfield nach Smith) sogar die Hälfte des Kalium durch Natrium ersetzt.

Margarit.

Dieser Glimmer bildet den Uebergang zwischen der Glimmergruppe im engeren Sinne und der Clintonitgruppe. Die chemischen Verhältnisse sind verschieden von den früher behandelten, wie es dem neu eintretenden Elemente Calcium entspricht. Die Analysen des Tiroler Margarits entsprechen nahezu der Formel

$$Si_2 Al_4 CaH_2 O_{12},$$

jedoch geben sie auch eine nicht unerhebliche Menge von Natron an, was auf das Vorhandensein eines isomorphen natriumhaltigen Silicats schliessen lässt.

1. Sterzing Oellacher, 2. ebendaher Smith, 3. Pfitsch Faltin.

Digitized by Google

	1.	2.	3.	Rechnung
Fluor	0,14	—	0,13	—
Kieselsäure	30,11	28,55	29,57	30,00
Thonerde	50,15	50,24	52,63	51,50
Eisenoxyd	1,05	1,65	1,61	—
Magnesia	1,22	0,69	0,64	—
Kalkerde	10,29	11,88	10,79	14,00
Natron	2,38	1,87	0,74	—
Kali	0,39	—	0,44	—
Wasser	4,64	4,88	3,20	4,50
	100,37	99,76	99,75	

Der Tiroler Margarit ist, wie aus diesen Zahlen zu ersehen, nicht geeignet, die Zusammensetzung des Natriumsilicates erkennen zu lassen. Ein natriumreicher Margarit stand mir nicht zu Gebote, somit war ich genöthigt, die Erlangung eines endgiltigen Resultates noch zu verschieben.

Anomit.

Die grossen braunen Glimmerkrystalle vom Baikalsee, welche schon von H. Rose analysirt wurden, ergaben bei der neuerlichen Untersuchung die Resultate unter V. Die entsprechende reducirte Analyse ist mit V*r.* bezeichnet. Der schon mehrfach analysirte grüne Glimmer von Greenwood fournace, welcher die schönen Gleitflächen zeigt, lieferte die Zahlen unter VI.

	V.	V*r.*	VI.	VI*r.*
Fluor	1,57	1,60	Sp.	—
Kieselsäure	40,00	40,77	40,81	42,25
Thonerde	17,28	18,08	16,47	18,49
Eisenoxyd	0,72	—	2,16	—
Eisenoxydul	4,88	—	5,92	—
Magnesia	23,91	27,14	21,08	25,23
Kali	8,57	11,01	9,01	11,76
Natron	1,47	—	1,55	—
Wasser	1,37	1,40	2,19	2,27
	99,77	100	99,19	100
Spec. Gew.	2,87		2,846	

Die beiden Analysen ergeben folgende Verbindungsverhältnisse:

	SiO_2	Al_2O_3	MgO	K_2O	H_2O	Fl
V	6,67	1,73	6,66	1,15	0,76	0,82
VI	7,80	1,74	6,09	1,21	1,21	—

Wenn man für die Zahlen V. nach Ausschluss jener für Wasser und

Digitized by Google

Fluor, welche mehr Zufälligkeiten unterliegen, das grösste gemeinschaftliche Maass ermittelt und alle dadurch dividirt, so erhält man

V 12.01 3.10 12.00 2.07 1.36 1.41,

und dies führt zu der Formel:

$$12SiO_2 \,.\, 3Al_2O_3 \,.\, 12MgO \,.\, 2K_2O \,.\, H_2O,$$

wofern einstweilen von dem Fluor abgesehen wird. Die Werthe der Analyse kommen diesem Verhältnisse sehr nahe.

Die eben erhaltene Formel lässt sich in zwei Theile zerlegen, wovon der eine schon von dem Muscovit her bekannt ist, nämlich

$$6SiO_2 \,.\, 3Al_2O_3 \,.\, 2K_2O \,.\, H_2O.$$

Es ist die zuvor mit K'' bezeichnete Verbindung. Der andere Theil aber ist

$$6\,SiO_2\ 12\,MgO.$$

Er entspricht dem Olivin. Man kann diesen zweiten Theil als eine chemische Verbindung, welche dem Olivin polymer ist, oder als eine Molekelverbindung ansehen, in welchem Falle drei Molekel von Olivin $Si_2\,Mg_4\,O_8$ mit einander vereinigt anzunehmen wären.

Im Folgenden werde ich die Formel

$$Si_6\,Mg_{12}\,O_{24}$$

abkürzungsweise durch M ausdrücken.

Die Formel des Anomits vom Baikalsee, nämlich:

$$\left.\begin{matrix} Si_6\,Al_6\,K_4\,H_2\,O_{24} \\ Si_6\,Mg_{12}\,O_{24} \end{matrix}\right)$$

ist sonach $K''\,M$.

Der Grad der Uebereinstimmung zwischen den aus der Formel berechneten und den aus der Beobachtung folgenden Zahlen erkennt man aus der folgenden Zusammenstellung. Das Verhältniss zwischen den beiden Theilen K'' und M bleibt sich aber nicht immer gleich, sondern ist schwankend, wie schon die Analyse des Anomits von Greenwood fournace erkennen lässt, welche mehr dem Verhältnisse $K''_7\,M_6$ entspricht.

	$K''M$	V r.	K''_7M_6	VI r.
Kieselsäure	41,98	41,05	41,92	42,25
Thonerde	18,02	18,21	19,37	18,49
Magnesia	27,99	27,32	25,79	25,23
Kali	10,96	11,08	11,79	11,76
Wasser	1,05	1,11	1,13	2,27
Fluor	—	1,61	—	—
		100,68		100

Hier sind die Rechnungen so ausgeführt, als ob ganz bestimmte Verbindungen der Substanzen K'' und M vorlägen, die Rechnung bezieht sich, wie man zu sagen pflegt, auf Mischungen nach Molekeln.

Digitized by Google

Auch im Folgenden wird die Rechnung in gleicher Weise geführt werden, um zu untersuchen, ob sich in dieser Beziehung eine Gesetzmässigkeit ergibt. Es ist aber klar, dass man auch von einer solchen Regelmässigkeit absehen und die Rechnung nach Percenten ausführen kann, indem angegeben wird, wie viel Percente von der einen und der anderen Verbindung vorhanden sind.

Die Zusammensetzung der Verbindung K'' ist nun:

Kieselsäure	41,14
Thonerde	35,31
Kali	21,49
Wasser	2,06,

die der anderen Verbindung M hingegen

Kieselsäure	42,86
Magnesia	57,14.

Denkt man sich nun die erste Verbindung mit der zweiten gemischt in dem Verhältnisse von 51 zu 49 Percent, so gelangt man zu denselben Zahlen, wie sie zuvor unter der Ueberschrift $K''M$ angeführt wurden. Berechnet man ein Gemisch der beiden Verbindungen nach dem Verhältnisse von 54,86 und 45,14 Percent, so erhält man die Zahlen unter $K''_7 M_6$.

Anomite von anderen als den beiden genannten Fundorten sind bisher noch nicht untersucht worden. Wollte man blos nach den Analysen urtheilen, ohne zugleich die physikalischen Eigenschaften in Betracht zu ziehen, so würden vielleicht manche der analysirten Glimmer hierher gestellt werden, z. B. *a*) Glimmer aus dem Granitgneiss von New York, P. Schweitzer; *b*) Grüner Glimmer von Chester, Mass. L. Smith; *c*) Glimmer von Middletown, Conn. W. Hawes:

	a)	*b*)	*c*)
Titansäure	—	—	1,46
Kieselsäure	36,58	39,08	35,61
Thonerde	12,64	15,38	20,03
Eisenoxyd	9,54	7,12	0,13
Eisenoxydul	20,74	0,34	21,85
Manganoxydul	—	—	1,19
Magnesia	7,39	23,58	5,23
Kali	8,85	7,50	9,69
Natron	0,99	2,63	0,52
Lithion	—	—	0,95
Wasser	2,77	2,24	1,87
Fluor	0,83	0,76	0,76
	100,33	98,60	99,27

Die reducirten Beobachtungen stimmen folgender Art mit der Rechnung:

Digitized by Google

	a)	K''_3M_2	b)	K''_4M_3	c)	K''_8M_5
Kieselsäure	41,63	41,82	40,18	41,86	39,84	41,79
Thonerde	21,37	21,53	20,52	20,53	21,81	22,07
Magnesia	21,52	22,30	24,41	23,92	20,97	21,43
Kali	11,78	13,10	11,81	12,49	14,58	13,43
Wasser	3,15	1,25	2,30	1,20	2,02	1,28
Fluor	0,94	—	0,78	—	0,81	—

Die drei theoretischen Zahlenreihen werden auch erhalten, wenn die Rechnung so geführt wird, dass von den Verbindungen K'' und M die percentischen Verhältnisse 61 und 39, ferner 58,14 und 41,86, sowie 62,50 und 37,50 angenommen werden.

Meroxen.

Die Glimmer dieser Abtheilung verhalten sich ähnlich wie die der vorigen. Sie enthalten ein Thonerdesilicat, welches der Muscovitreihe entspricht, nämlich

$$Si_6\,Al_6\,K_3\,H_3\,O_{24} \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;K',$$

und das vorhin besprochene Magnesiasilicat

$$Si_6\,Mg_{12}\,O_{24} \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;M.$$

Diese beiden Antheile treten in mehreren Verhältnissen zusammen, so dass verschiedene isomorphe Mischungen angenommen werden können.

Die Analysen, welche dies ergeben, beziehen sich: jene unter VII. auf den schwarzen Glimmer von Tschebarkul in Sibirien, welcher grosse Tafeln darstellt, die unter VIII. auf den grünen Glimmer von Morawitza, der kleinere Blätter zeigt, welche eine feine isomorphe Schichtung erkennen lassen, die unter IX. auf einen schwarzen Glimmer vom Vesuv, der eine Druse freier Krystalle bildete:

	VII.	VII r.	VIII.	VIII r.	IX.	IX r.
Fluor	Sp.	—	—	—	0,89	0,92
Kieselsäure	38,49	42,41	40,16	41,06	39,30	40,44
Thonerde	14,43	19,76	15,79	17,81	16,95	17,76
Eisenoxyd	5,44	—	2,53	—	0,48	—
Eisenoxydul	14,75	—	4,12	—	7,86	—
Manganoxydul	Sp.	—	Sp.	—	0,59	—
Magnesia	16,34	27,02	26,15	29,08	21,89	27,96
Kalkerde	—	—	Sp.	—	0,82	—
Natron	0,53	—	0,37	—	0,49	—
Kali	8,12	9,83	7,64	8,39	7,79	8,79
Wasser	0,89	0,98	3,58	3,66	4,02	4,13
	99,00	100	100,34	100	101,08	100
	$s = 3{,}004$				2,86.	

Digitized by Google

Die Verbindungsverhältnisse, welche sich aus diesen drei Analysen ergeben, sind:

	Fl	SiO_2	Al_2O_3	*MgO*	K_2O	H_2O
VII	—	6,42	1,74	6,14	0,95	0,49
VIII	—	6,69	1,69	7,11	0,87	1,98
IX	0,47	6,55	1,68	6,79	0,91	2,23

In den Zahlen derselben Columnen zeigt sich eine ziemlich grosse Constanz, mit Ausnahme der des Wassers, welches grosse Schwankungen darbietet. Dieselben sind jedoch meist auf die schon erwähnte Beschaffenheit des Glimmers zurückzuführen, welche ein mechanisches Einschliessen von Wasser begünstigt.

Es könnte aber auch die Veränderlichkeit des Silicates $Si_6 Mg_{12} O_{24}$ dazu beitragen. Vom Olivin wissen wir, dass derselbe leicht Wasser aufnimmt, noch bevor er sich unter Abgabe von Magnesia in Serpentin verwandelt. In ähnlicher Weise mag wohl auch die entsprechende Verbindung in den Magnesiaglimmern öfters verwandelt werden. Die untersuchten Glimmer waren indessen vollständig frisch und zeigten meistens nicht die Spur einer Umwandlung, so dass vorzugsweise der erst angeführte Grund für die Schwankungen im Wassergehalte in Betracht kommt.

Für den Vergleich der Rechnung mit der Beobachtung dienen folgende Zahlen:

	$K'_7 M_6$	VII *r.*	$K' M$	VIII *r.*	IX *r.*
Kieselsäure	42,94	42,41	42,93	41,06	40,44
Thonerde	19,85	19,76	18,43	17,81	17,76
Magnesia	26,43	27,02	28,62	29,08	27,96
Kali	9,05	9,83	8,41	8,39	8,79
Wasser	1,73	0,98	1,61	3,66	4,13
Fluor	—	—	—	—	0,92

Um die Berechnung der theoretischen Zahlen percentisch auszuführen, geht man von der Zusammensetzung der Verbindung K' aus:

Kieselsäure	43,01
Thonerde	36,92
Kali	16,84
Wasser	3,23,

und von jener der Verbindung M, welche bereits angeführt wurde.

Nimmt man das percentische Verhältniss für beide zu 53,76 und 46.24 an, so gelangt man zu den Zahlen unter $K'_7 M_6$, wogegen man zu jenen unter $K' M$ gelangt, wenn das Verhältniss von 50 zu 50 Percent angenommen wird.

Von fremden Analysen können zum Vergleiche nur solche herangezogen werden, welche in neuerer Zeit ausgeführt wurden und bei welchen

Digitized by Google

man vermuthen darf, dass eine einigermassen richtige Bestimmung der Oxyde des Eisens stattgefunden habe.

Als zum Meroxen gehörig mögen folgende Beispiele angeführt werden: 1. Schwarzgrüner Glimmer vom Vesuv, Analyse Chodnew's mit der Bestimmung der Oxyde des Eisens von A. Mitscherlich. 2. Schwarzer Biotit von Karosulik in Grönland, v. Kobell. 3. Schwarzer Biotit von Brevig, Defrance. 4. Schwarzer Biotit von Miask v. Kobell; die Bestimmung der Oxyde des Eisens von Demselben. 5. Schwarzer Biotit von Brand bei Freiberg, Scheerer. 6. Schwarzer Biotit von ebendaher, Kiebel. 7. Schwarzer Biotit von Lierwiese, Eifel, v. d. Mark (Mitscherlich).

	1.	2.	3.	4.
Titansäure	—	—	0,99	—
Kieselsäure	40,91	41,00	35,93	42,12
Thonerde	17,79	16,88	10,98	12,83
Eisenoxyd	3,00	4,50	9,82	10,38
Eisenoxydul	7,03	5,05	27,65	9,36
Magnesia	19,04	18,86	5,13	16,15
Kalkerde	0,30	—	1,04	—
Natron	—	—	5,18	—
Kali	9,96	8,76	0,24	8,58
Wasser	—	4,30	4,30	1,07
	98,03	99,35	101,26	100,49

	5.	6.	7.
Fluor	—	—	0,44
Titansäure	2,47	3,64	2,44
Kieselsäure	37,18	37,06	39,39
Thonerde	17,53	16,78	15,30
Eisenoxyd	6,20	6,07	12,14
Eisenoxydul	15,35	15,37	4,53
Manganoxydul	0,31	—	—
Magnesia	9,05	9,02	15,41
Kalkerde	0,79	0,57	—
Natron	2,93	2,86	2,27
Kali	5,14	5,96	6,32
Wasser	3,62	3,77	1,22
	100,57	101,10	99,46

Werden diese Analysen reducirt und die so erhaltenen Zahlen mit den berechneten zusammengestellt, so ergibt sich Folgendes:

Digitized by Google

	$K'_4 M_3$	1)	2)	3)	4)
Titansäure	—	—	—	1,12	—
Kieselsäure	42,95	42,95	42,93	40,80	45,47
Thonerde	21,06	20,71	20,71	19,63	21,06
Magnesia	24,54	24,09	22,69	23,25	23,05
Kalkerde	—	0,31	—	1,14	—
Kali	9,61	10,16	9,17	9,18	9,26
Wasser	1,84	—	4,50	4,88	1,16
		98,52*)	100	100	100

	$K'_2 M$	5)	6)	7)
Titansäure	—	2,66	3,89	2,59
Kieselsäure	42,96	40,09	39,60	41,77
Thonerde	24,58	23,16	22,11	24,51
Magnesia	19,06	19,10	18,76	19,02
Kalkerde	—	0,85	0,61	—
Kali	11,22	10,31	11,00	10,35
Wasser	2,15	3,90	4,03	1,29
		100	100	99,53

Die beiden theoretischen Zahlenreihen entsprechen auch den percentischen Verhältnissen von 57 : 43 und 66,6 : 33,4.

Ausser den angeführten Analysen dürften auch noch einige andere, die eine Trennung der beiden Oxyde des Eisens angeben, auf die Abtheilung Meroxen zu beziehen sein. Es sind dies eisenreiche Glimmer aus Gesteinen verschiedener Art mit ähnlichen Ergebnissen wie die obigen. Die Zahlen sind aber öfters derart, dass es schwer ist zu bestimmen, ob das Mineral hierher oder zu der nächsten Abtheilung zu stellen sei.

Lepidomelan.

Von den Glimmern, welche gegenwärtig hierher gestellt werden, sind wohl manche nur als eisenreiche Meroxene zu betrachten, andere hingegen scheinen eine etwas verschiedene Zusammensetzung zu haben, indem jenes schon bei dem Muscovit erkannte Silicat:

$$Si_6 Al_6 K_2 H_4 O_{24} \ldots K$$

mit dem ebenfalls schon betrachteten:

$$Si_6 Mg_{12} O_{24} \ldots M$$

in verschiedenen Verhältnissen gemischt anzunehmen ist.

Wie schon hervorgehoben wurde, sind die Mehrzahl der vorhandenen Analysen eisenreicher Glimmer wegen begonnener Zersetzung oder mangel-

*) Chodnew's Analyse gibt kein Wasser an, zeigt jedoch einen bedeutenden Abgang; sie wurde daher nicht auf 100 reducirt. In der reducirten Analyse 7) ist 0,47 Fluor weggelassen.

Digitized by Google

hafter Eisenoxydulbestimmung zur Berechnung unbrauchbar, und es kann daher die aus dem Jahre 1840 herrührende Analyse des Originalexemplars von Lepidomelan auch nicht von vornherein als richtig betrachtet werden, allein die in den Sammlungen vorhandenen Stücke jenes Lepidomelans enthalten zum wenigsten ein frisches Mineral, und solange nicht eine genauere Untersuchung vorliegt, bleibt wohl nichts übrig als mit der älteren Analyse vorlieb zu nehmen. Uebrigens entsprechen auch einige neuere Analysen, darunter eine von Scheerer, derselben Regel.

Unter dem Lepidomelan sowohl als überhaupt unter den eisenreichen Glimmern, welche mir zukamen, fand ich keinen, der bei der mikroskopischen Untersuchung jene Reinheit und Frische gezeigt hätte, welche die Ausführung einer Analyse empfohlen hätte. Ich muss mich daher begnügen, auszusprechen, dass aller Wahrscheinlichkeit nach eine Anzahl von schwarzen Glimmern eine Zusammensetzung besitzt, welche der Mischungsregel $K_h M_k$ entspricht. Der Grad der Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung wird aus dem Folgenden ersichtlich. Benützt sind die Analysen: 1. Lepidomelan von Persberg Wermeland, Soltmann. 2. Carlow Cty, Haughton. 3. Biotit von Harzburg, Streng. 4. Biotit von Freiberg, Scheerer. 5. Ebendaher, Rube. 6. Biotit aus dem Tonalit Baltzer.

	1)	2)	3)	4)	5)	6)
Titansäure	—	—	0,36*)	3,06	3,16	—
Kieselsäure	37,40	35,55	36,17	37,50	36,89	36,43
Thonerde	11,60	17,08	18,09	17,87	15,00	14,40
Eisenoxyd	27,66	23,70	8,70	12,93	16,29	16,71
Eisenoxydul	12,43	3,55	13,72	9,95	6,95	17,40
Manganoxydul	—	1,95	—	0,20	—	—
Magnesia	0,60	3,07	11,16	10,15	9,65	6,87
Kalkerde	—	0,61	0,52	0,45	1,75	1,66
Kali	9,20	9,45	7,59	0,83	6,06	5,54
Natron	—	0,35	—	3,00	—	0,03
Wasser	0,60	4,30	2,28	3,48	4,40	—
	99,49	99,61	98,59	100,15	100,15	99,04

Die reducirten und berechneten Werthe sind:

	K_6M	1)	2)	K_2M	3)
Fluor	—	—	—	—	0,40
Kieselsäure	44,73	44,47	41,39	44,30	40,47
Thonerde	32,91	34,95	34,14	25,35	26,50
Magnesia	8,52	8,93	7,14	19,69	21,01
Kalkerde	—	—	0,71	—	0,58
Kali	10,01	10,94	11,62	7,71	8,49
Wasser	3,83	0,71	5,00	2,95	2,55
		100	100		100

*) Fluor.

Digitized by Google

	K_2M	4)	5)	6)
Titansäure	—	3,35	3,46	—
Kieselsäure	44,30	41,03	40,42	41,81
Thonerde	25,35	28,65	27,93	28,88
Magnesia	19,69	17,28	14,81	18,98
Kalkerde	—	0,49	1,92	1,91
Kali	7,71	5,39	6,64	6,42
Wasser	2,95	3,81	4,82	—
		100	100	98,00

Lepidolith.

Zur Analyse wurden klare Blättchen aus dem körnigen Mineral von Paris in Maine, ferner solche aus dem kleinkörnigen Lepidolith von Rozena in Mähren ausgewählt. Das Material war vollständig rein, doch ist jedes Blättchen, wie schon erwähnt, aus vielen Individuen zusammengesetzt, so dass die beiden Lepidolithe bei der optischen Prüfung nicht jenen Eindruck der Einfachheit machten, wie die Platten von Muscovit.

In beiden Mineralen fand Herr Berwerth mehr Lithium als bisher angegeben worden, und überhaupt andere Zahlen für die Alkalien, endlich einen Wassergehalt, welcher früher bezweifelt worden war*).

Die analytischen Resultate sind:

	Paris X.	Rozena XI.
Fluor	5,15	7,88
Phosphorsäure	—	0,05
Kieselsäure	50,39	50,98
Thonerde	28,19	27,80
Eisenoxydul	—	0,05
Kali	12,34	10,78
Lithion	5,08	5,88
Wasser	2,36	0,96
	103,51	104,38
Dem Fluor äquivalenter Sauerstoff	2,17	3,32
	101,34	101,06
	$s = 2,855$	2,839

In beiden wurden auch Spuren von Mangan gefunden. Rubidium und Cäsium wurden nicht besonders bestimmt. Die Verbindungsverhältnisse berechnen sich, wie folgt:

*) Tschermak, Mineralog. Mittheilungen 1877, p. 337. D. Zeitschr. 2, 522.

Digitized by Google

	Fl	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	Li_2O	H_2O
X	2,62	8,40	2,74	1,34	1,69	1,34
XI	4,15	8,49	2,70	1,15	2,05	0,54

Mit Berücksichtigung des Umstandes, dass die Zahl für Lithion wegen des geringen Atomgewichts des Lithiums relativ weniger genau ist als die übrigen nicht flüchtigen Stoffe, darf man für X. das Verhältniss

$$6\,SiO_2 . 2\,Al_2O_3 . K_2O . Li_2O . H_2O . 2\,Fl$$

annehmen und sonach die Formel schreiben

$$Si_6\,Al_4\,K_2\,Li_2\,H_2\,Fl_2\,O_{20}.$$

Die andere Analyse weicht aber im Fluor und im Wasserstoff von der ersten ab, wogegen die Summe der Alkalien dieselbe ist. Man darf somit eine weitergehende Substitution von Hydroxyl durch Fluor annehmen und, vorläufig ohne Rücksicht auf das etwas veränderte Verhältniss von Kalium und Lithium, für XI. schreiben:

$$Si_6\,Al_4\,K_2\,Li_2\,H_1\,Fl_3\,O_{19}.$$

Zum Vergleiche der Rechnung und Beobachtung dienen die folgenden Zahlen. Die erste Rechnung wurde der ersteren Formel entsprechend ausgeführt, die zweite nach der letzteren, jedoch in der Weise, dass das Verhältniss von Kalium und Lithium als 2 : 3 angenommen wurde:

	berechnet	X.	berechnet	XI.
Fluor	5,20	5,15	7,92	7,88
Kieselsäure	49,32	50,39	50,06	50,98
Thonerde	28,22	28,19	28,64	27,80
Kali	12,88	12,34	10,46	10,78
Lithion	4,11	5,08	5,01	5,88
Wasser	2,17	2,36	1,25	0,96
	102,20	103,51	103,34	104,28

Die beiden beobachteten Fälle lassen vermuthen, dass mehrere Verbindungen existiren, welche dem Lepidolith ähnlich sind, und von demselben nur durch ein anderes Verhältniss von Fluor und Wasserstoff verschieden sind. Das Kalium und das Lithium scheinen darin bis zu einem gewissen Grade isomorph zu sein. Nimmt man der Kürze wegen für die Alkalien blos Kalium allein an, so hat man für den Lepidolith von Paris, für jenen von Rozena und für die weiter zu besprechende Verbindung, welche im Zinnwaldit anzunehmen ist, die Formeln:

$$Si_6\,Al_4\,K_4\,H_2\,Fl_2\,O_{20} \ldots . L$$
$$Si_6\,Al_4\,K_4\,H\,Fl_3\,O_{19}$$
$$Si_6\,Al_4\,K_4\,Fl_4\quad O_{18} \ldots . L'.$$

Digitized by Google

Man kann nun wiederum diese Verbindungen als Molekelverbindungen ansehen, in welchen die schon vom Muscovit her bekannte Molekel:

$$Si_2 Al_2 K_2 O_8$$

die Hauptrolle spielt, und zwar wären demzufolge

$$L = \left\{ \begin{matrix} Si_2 Al_2 K_2 O_8 \\ Si_2 Al_2 K_2 O_8 \\ Si_2 H_2 Fl_2 O_4 \end{matrix} \right. \qquad L' = \left\{ \begin{matrix} Si_2 Al_2 K_2 O_8 \\ Si_2 Al_2 K_2 O_8 \\ Si_2 \ Fl_4 \ O_2 \end{matrix} \right.$$

Die Zusammensetzung der Molekel, welche das Neue und Unterscheidende im Lepidolith bildet, nämlich $Si_2 H_2 Fl_2 O_4$, ist in der Weise ermittelt, dass zuerst für den Lepidolith die kleinste Formel angenommen wurde, welche die Analyse erlaubt, und dass zweitens aus der Differenz gegenüber der bekannten Formel des Muscovits auf die Formel des hinzukommenden fluorhaltigen Gliedes geschlossen wurde. Die letztere kann daher noch mit einem Fehler behaftet sein und es ist möglich, dass letzteres Glied eine etwas verschiedene Formel hat.

Die Formel L wurde schon von Rammelsberg für den Lepidolith von Rozena angenommen, jedoch stimmte die Rechnung nicht gut mit den damals bekannten Beobachtungen.

Die älteren Analysen anderer Lepidolithe lassen sich nicht zum Vergleiche heranziehen, weil die Methoden und die Reinheit des Materiales früher zu wenig vollkommen waren.

Zinnwaldit.

Dieser Glimmer nähert sich in seiner Zusammensetzung, wie bekannt, dem Lepidolith, jedoch ist darin auch ein Eisenoxydulsilicat enthalten.

Das lithiumhaltige Silicat entspricht der früher unter L' gegebenen Formel:

$$Si_6 Al_4 K_2 Li_2 Fl_4 O_{18},$$

während das eisenhaltige Silicat wie in den Magnesiaglimmern die Zusammensetzung

$$Si_6 Fe_{12} O_{24}$$

darbietet.

Beide Silicate in dem Verhältniss 7 : 1 gemischt, entsprechen der Zusammensetzung des Minerals von Zinnwald nach der Analyse XII.

Digitized by Google

	XII.	XII r.	Rechnung.
Fluor	7,94	7,94	8,36
Phosphorsäure	0,08	—	—
Kieselsäure	45,87	45,87	45,27
Thonerde	22,50	22,92	22,67
Eisenoxyd	0,66	—	—
Eisenoxydul	14,61	13,38	13,58
Manganoxydul	1,75	—	—
Kali	10,46	11,10	10,34
Natron	0,42	—	—
Lithion	3,28	3,28	3,30
Wasser	0,91	0,91	—
	105,48	105,40	103,52
Dem Fluor äqu. Sauerst.	3,34	3,34	3,52
	102,14	102,06*)	100

Der angeführten Formel L' entspricht, im Sinne der Analyse, folgende percentische Zusammensetzung:

Fluor	10,35
Kieselsäure	49,06
Thonerde	28,07
Kali	12,81
Lithion	4,07
	104,35

Dem Eisensilicat hingegen die folgende:

Kieselsäure	29,41
Eisenoxydul	70,59
	100

Die obige Rechnung kann auch so geführt werden, dass man eine Mischung von 80,75 Percent des ersteren Silicats mit 19,25 Percent des zweiten annimmt.

Phlogopit.

Die Glimmer dieser Abtheilung haben in physikalischer Beziehung grosse Aehnlichkeit mit dem Meroxen und auch mit dem Zinnwaldit. In chemischer Hinsicht erinnern sie an den letzteren Glimmer durch ihren niemals fehlenden Fluorgehalt. Kleine Mengen von Lithium sind auch in den meisten bemerkbar.

Die Zusammensetzung der Phlogopite entspricht in der That einer Vereinigung von einem Silicate L der Lepidolithreihe und dem mehrfach

*) Die Analyse wurde nicht auf 100 reducirt, sondern so belassen, dass sie wie ursprünglich einen Ueberschuss gibt.

Digitized by Google

besprochenen Magnesiasilicat *M*. Somit verhalten sich die Phlogopite zum Lepidolith ungefähr so, wie die Biotite zum Muscovit. Die Mischung der Phlogopite ist aber gewöhnlich etwas mannigfaltiger und bunter, indem sie auch Antheile von anderen Glimmerarten enthalten. Da sie fast niemals in freien Krystallen, sondern fast immer in eingeschlossenen Krystallen, im Calcit vorkommen, so ist es natürlich, dass sich darin gleichsam zwangsweise ein bunteres Gemisch isomorpher Silicate anhäuft.

Die Analysen, welche der Rechnung zu Grunde gelegt wurden, sind XIII. Prof. E. Ludwig's Bestimmungen an den kleinen Krystallen, welche mit dem Pargasit im körnigen Kalkstein vorkommen, und die einen dunkelbraunen Kern zeigen. XIV. Analyse des röthlichbraunen Phlogopits von Penneville, XV. des Phlogopits von Ratnapura, Ceylon, der Spuren der Veränderung zeigte, XVI. des Phlogopits von Edwards, New-York.

	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
Fluor	4,21	1,94	2,19	0,82
Kieselsäure	43,43	44,29	42,26	40,64
Thonerde	13,76	12,12	15,64	14,11
Eisenoxyd	0,16	1,40	0,23	2,28
Eisenoxydul	1,35	1,44	1,52	0,69
Magnesia	27,20	27,86	27,23	27,97
Baryt	—	—	—	2,54
Kali	8,06	7,06	8,68	8,16
Natron	1,30	2,16	—	1,16
Wasser	0,92	2,09	2,91	3,21
	100,39	100,36	100,66	101,58
$s =$	2,867	2,779	2,742	

In allen dreien wurden Spuren von Lithion erkannt. Die beiden ersten nähern sich normalen Mischungen. Denkt man sich nämlich, den Erfahrungen bei der Biotitreihe entsprechend, mit dem Silicat, welches in den Lepidolithen erkannt wurde, das Magnesiumsilicat *M* in dem einfachsten Verhältniss verbunden, so erhält man die Formeln *L'M* und *LM* oder

$$\left.\begin{matrix} Si_6\,Al_4\,K_4\,Fl_4\,O_{18} \\ Si_6\,Mg_{12}\,O_{24} \end{matrix}\right\} \quad \text{und} \quad \left.\begin{matrix} Si_6\,Al_4\,K_4\,H_2\,Fl_2\,O_{20} \\ Si_6\,Mg_{12}\,O_{24} \end{matrix}\right\}$$

welchen entsprechend die Rechnung geführt ist, deren Ergebniss den beiden Analysen zur Seite gestellt erscheint:

	XIII *r.*	*L'M*	XIV *r.*	*LM*
Fluor	4,27	4,64	1,94	2,32
Kieselsäure	44,03	43,95	44,50	44,06
Thonerde	14,05	12,58	13,09	12,61
Magnesia	28,36	29,30	28,81	29,38
Kali	10,17	11,48	10,38	11,51
Wasser	0,93	—	2,09	1,10
	101,80	101,95	100,81	100,98

Digitized by Google

Die Rechnung stimmt, wie gesagt, nur näherungsweise, denn es erscheint eine geringe Menge eines Biotits beigemischt. Die genauere Berechnung folgt später.

Von fremden Analysen sind nur wenige vorhanden, die sich auf Phlogopit beziehen. Die von Crawe am P. von Edwards sind durch die später besprochene Analyse Berwerth's corrigirt. Somit kommen folgende zwei in Betracht, welche der Beschreibung und dem Fundorte nach an Phlogopiten ausgeführt wurden: *a*) Glimmer von Jefferson Cty, New York, Meitzendorff, *b*) von Gouverneur, New York, Rammelsberg.

	a	*a, r.*	*b*	*b, r.*
Fluor	3,30	3,32	2,93	2,97
Kieselsäure	41,30	41,60	41,96	42,53
Thonerde	15,35	15,46	13,47	13,65
Eisenoxydul	1,77	—	2,12	—
Manganoxydul	—	—	0,55	—
Magnesia	28,79	29,98	27,12	29,24
Kalkerde	—	—	0,34	—
Kali	9,70	10,76	9,87	10,00
Natron	0,65	—	—	—
Wasser	0,28	0,28	0,60	0,61
	101,14	101,40	98,96	99,00

Um nun zu zeigen, dass die Phlogopite Gemische sind, welche theils aus dem eigentlichen Phlogopit, theils aus einem Biotit bestehen, für welchen hier die Mischung des Meroxens angenommen wird, dass also die Phlogopite zwischen den beiden Extremen *L M* und *K' M* schwanken, sind hier einige dieser Mischungen berechnet, und sind die Analysen unter jene Zahlen gesetzt.

L' M	70	50	30	Perc.
K' M	30	50	70	„
Fluor	3,25	2,32	1,39	
Kieselsäure	43.64	43,44	43,24	
Thonerde	14,34	15,51	16,67	
Magnesia	29,06	28,96	28,82	
Kali	10,56	9,94	9,33	
Wasser	0,48	0,81	1,13	
	101,33	100,98	100,58	

	XIII *r.*	*a, r.*	*b, r.*	XV *r.*
Fluor	4,27	3,32	2,97	2,21
Kieselsäure	44,03	41,60	42,53	42,72
Thonerde	14,05	15,46	13,65	15,91
Magnesia	28,36	29,98	29,24	28,38
Kali	10,17	10,76	10,00	8,77
Wasser	0,93	0,28	0,61	2,94
	101,81	101,40	99,00	100,93

Digitized by Google

Der Phlogopit von Penneville berechnet sich als eine isomorphe Mischung von den beiden Glimmern LM und $K'M$, und zwar werden von dem ersteren 80, von dem anderen 20 Percent angenommen.

	XIV*r.*	Berechnet.
Fluor	1,94	1,86
Kieselsäure	44,50	43,83
Thonerde	13,09	13,77
Magnesia	28,81	29,23
Kali	10,38	10,89
Wasser	2,09	1,20
	100,81	100,78

Der Phlogopit von Edwards, welcher 2,54 Percent Baryum enthält, bringt ein neues Element in die Rechnung. Da bisher noch kein Glimmer untersucht wurde, der reich an Baryum wäre, und dessen Zusammensetzung einen Schluss auf das enthaltene Baryumsilicat erlaubte, so fehlt die Grundlage für eine Berechnung. Man kann entweder annehmen, das Baryum spiele dieselbe Rolle wie das Magnesium, sei also in der Form $Si_6 Ba_{12} O_{24}$ vorhanden, oder man kann auf die nähere Verwandtschaft von *Ca* und *Ba* Rücksicht nehmen und an eine dem Calciumglimmer, dem Margarit, entsprechende Verbindung $Si_2 Al_4 BaH_2 O_{12}$ denken. Benutzt man aber die erste Hypothese, so lässt sich die Analyse gar nicht im Sinne des Phlogopites deuten, wenn man hingegen von der zweiten Annahme ausgeht, so lässt sich dieselbe wenigstens annähernd berechnen, wofern folgende Percentsätze zu Grunde gelegt werden: Baryumsilicat: 9 Percent, L: 25 Percent, K': 15 Percent, M: 51 Percent.

	XVI*r.*	Berechnet.
Fluor	0,83	1,19
Kieselsäure	40,76	41,82
Thonerde	15,61	15,75
Magnesia	28,43	29,14
Baryt	2,55	2,77
Kali	9,94	8,45
Wasser	3,22	1,38
	101,34	100,50

Man muss auch hier wohl berücksichtigen, dass der Edward's-Phlogopit auch geringe Spuren von Veränderung zeigt, ähnlich wie der von Ratnapura, wie sich denn überhaupt die Phlogopite leicht veränderlich erweisen.

Muscovit (Phengit).

Ein Theil der Muscovite hat nicht genau jene Zusammensetzung, von welcher anfangs die Rede war, sondern diese Glimmer zeigen ein anderes

Digitized by Google

Verhältniss zwischen Silicium und Aluminium und nähern sich darin dem Lepidolith, dass sie reicher an Silicium erscheinen, als die übrigen Muscovite, ohne jedoch grössere Mengen von Lithium und Fluor zu enthalten. Ich benütze für diese Abtheilung, welche jedoch von dem übrigen Muscovit nicht abgegrenzt ist, den ehemals von Kobell vorgeschlagenen Namen Phengit und verstehe darunter alle die kieselreicheren Kaliglimmer, welche, wie es scheint, einen kleineren Winkel der optischen Axen besitzen als die übrigen normalen Muscovite. Die Besprechung der Phengite musste bis zu diesem Punkte verschoben werden, weil ihre Zusammensetzung erst durch jene der Lepidolithe verständlich wird.

Als neue Resultate der Phengitanalysen sind anzuführen: III. Analyse des Glimmers vom Rothenkopf im Zillerthal, welcher in gut ausgebildeten freien Krystallen mit Adular, wohl auch mit etwas Epidot vorkommt; IV. jenes von Soboth in Steiermark, der in grossen Individuen im Feldspath eingeschlossen auftritt.

	III.	IV.
Kieselsäure	45,87	48,76
Thonerde	30,86	29,91
Eisenoxyd	5,70	4,24
Eisenoxydul	1,69	0,41
Magnesia	1,56	2,63
Kalkerde	0,23	0,33
Natron	0,54	2,31
Kali	9,07	6,83
Wasser	4,60	4,60
	100,12	100,02

$s =$ 2,892

Die Analyse IV weist einen relativ grossen Gehalt an Natrium auf.

Die Verbindungsverhältnisse, welche sich hier ergeben, sind:

	SiO_2	Al_2O_3	MgO	K_2O	H_2O
III	7,64	3,35	0,67	1,05	2,55
IV	8,12	3,17	0,77	1,10	2,55

Werden die Mengen von SiO_2 und MgO, welche dem Silicat M entsprechen, in Abzug gebracht, so folgen die Zahlen:

	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	H_2O
III	7,31	3,35	1,05	2,55
IV	7,74	3,17	1,10	2,55

welche zeigen, dass mehr SiO_2 vorhanden ist, als der früher erhaltenen Muscovitformel

$$6\,SiO_2 \,.\, 3\,Al_2O_3 \,.\, K_2O \,.\, 2\,H_2O$$

entspricht. Daraus ist zu schliessen, dass eine kieselreichere Verbindung beigemischt sei, und zwar liegt es sehr nahe, eine dem Lepidolith entspre-

Digitized by Google

chende Verbindung in isomorpher Mischung vorhanden anzunehmen, da beim Lepidolith in der That ein solches Verhältniss von Silicium und Aluminium besteht, welches einem relativ höheren Gehalt an SiO_2 entspricht, nämlich das Verhältniss $6\,SiO_2 : 2\,Al_2O_3$.

Wegen der grossen Aehnlichkeit, welche in den physikalischen Eigenschaften zwischen dem Muscovit und dem Lepidolith besteht, ist die Existenz solcher isomorpher Mischungen sehr wahrscheinlich.

In der That lassen sich nicht nur die beiden vorgenannten, sondern auch andere Glimmer, welche als Muscovite bezeichnet wurden, aber kieselreicher sind, berechnen, wofern darin eine Verbindung angenommen wird, welche dem Lepidolith entspricht, aber frei von Fluor und Lithium ist.

Geht man von der Formel L aus, welche dem Lepidolith von Paris entspricht, nämlich:

$$Si_6\,Al_4\,K_4\,H_2\,Fl_2\,O_{20}$$

und denkt sich von dieser eine fluorfreie Verbindung in der Weise abgeleitet, dass für das Fluor eine äquivalente Menge von Sauerstoff substituirt wird, so erhält man:

$$Si_6\,Al_4\,K_4\,H_2\,O_{21}\,.$$

Die Mengen von Kalium und Wasserstoff wechseln aber in den Glimmern, wie dies in den früheren Berechnungen gezeigt wurde, daher ist das Verhältniss beider von vorn herein nicht bekannt und es mag vorläufig genügen, als die Formel der dem Lepidolith entsprechenden Verbindung folgende aufzustellen:

$$Si_6\,Al_4\,H_6\,O_{21}\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,L^0.$$

Aus den vorhandenen Analysen der Phengite würde sich aber ergeben, dass das Verhältniss von Kalium und Wasserstoff zwischen den beiden Grenzen

$$Si_6\,Al_4\,KH_5\,O_{21}$$

und

$$Si_6\,Al_4\,K_2\,H_4\,O_{21}$$

schwankt.

Für die Berechnung muss aber angenommen werden, dass es gerade die Mitte hält*), wonach für die beigemischte Verbindung die folgende percentische Zusammensetzung sich berechnet:

---

*) Dass man zu einer so künstlichen Annahme gezwungen ist, beweist schon, dass die Grundlage, auf der sich dieselbe bewegt, nicht ganz richtig sein kann, dass also die Formel L einer Modification bedürftig sei.

Digitized by Google

Kieselsäure	53,18
Thonerde	30,43
Kali	10,44
Wasser	5,98
	100

Die beiden letztgenannten Analysen lassen sich nunmehr berechnen, indem isomorphe Mischungen vorausgesetzt werden, und zwar:

	III.	IV.	
K	73	47	Percent
L^0	22	47	„
M	5	6	„

Die daraus erhaltenen Zahlen sind den reducirten Analysen gegenübergestellt:

	III r.	Berechnet	IV r.	Berechnet
Kieselsäure	47,02	46,74	48,99	48,75
Thonerde	35,40	34,92	32,79	32,48
Magnesia	2,73	2,86	3,22	3,43
Kali	10,14	10,87	10,38	10,42
Wasser	4,71	4,61	4,62	4,93
	100		100	

Vorhin wurde schon bemerkt, dass auch noch andere Glimmer sich ähnlich wie diese beiden verhalten. Nach den vorhandenen Analysen zu urtheilen, sind solche Mischungen, welche als Phengite bezeichnet werden, nicht selten. Als Beispiele mögen vier Analysen von Scheerer angeführt werden, welche sich auf Glimmer beziehen, die im Gneiss vorkommen: 1) Graugrüner Phengit von Freiberg; 2) graugrüner Phengit mit kleinem Axenwinkel ebendaher; 3) brauner Phengit mit grossem Axenwinkel von Grube Himmelsfürst; 4) brauner Phengit von Borstendorf.

	1)	2)	3)	4)
Titansäure	—	0,30	1,72	0,99
Kieselsäure	51,80	50,77	47,84	48,15
Thonerde	25,78	26,29	29,98	29,40
Eisenoxyd	5,02	3,28	2,91	2,14
Eisenoxydul	2,66	3,60	1,12	2,84
Magnesia	2,12	0,89	2,02	2,84
Kalkerde	0,28	0,15	0,05	0,15
Kali	6,66	10,56	9,48	9,43
Natron	1,22	—	—	—
Wasser	4,79	4,40	4,40	4,60
	100,33	100,24	99,52	100,24

Digitized by Google

Die beiden ersteren Glimmer entsprechen nahezu der Zusammensetzung L^0, sie bestehen also beinahe ganz aus dieser Verbindung. Für die Berechnung wurde angenommen, dass 94 Percent derselben mit 6 Percent des Magnesiasilicates M gemischt seien. Die zweite Columne der berechneten Zahlen wurde nach der Annahme erhalten, dass von L^0 70, von K 23 und von M 7 Percent in der Mischung enthalten seien:

	1.	2.	Ber.	3.	4.	Ber.
Titansäure	—	0,31	—	1,75	1,10	—
Kieselsäure	52,91	52,24	52,56	48,83	49,09	50,59
Thonerde	29,63	29,69	28,60	32,51	31,30	30,20
Magnesia	3,88	2,37	3,43	2,74	4,60	4,00
Kali	8,69	10,86	9,79	9,68	9,32	9,99
Wasser	4,89	4,53	5,62	4,49	4,69	5,22
	100	100		100	100	

Manche Muscovite enthalten eine geringe Menge von Calcium, wie der Margarodit, andere ausserdem Baryum, wie der Oellacherit, in welchem Oellacher 4,65 Percent Baryt und 0,09 Percent Strontian fand*). Die bezüglichen Analysen wurden aber nicht an Mineralen ausgeführt, welche homogene Stücke darstellen, sondern an schuppigen Aggregaten. Diese können gleichartig, können aber auch zufällige mechanische Gemenge verschiedener Glimmer sein. So lange nicht gute Analysen von baryumreicheren und zugleich homogenen Glimmern vorliegen, lässt sich nicht darüber urtheilen, in welcher Verbindung das Baryum in jenen Glimmern, welche im Uebrigen dem Muscovit nahe stehen, vorkömmt.

Uebersicht der Verbindungen.

In dem vorigen Abschnitte wurde versucht, zu zeigen, dass die brauchbaren Analysen in den Glimmern drei verschiedene Arten von Verbindungen erkennen lassen, welche allgemein mit K, L und M bezeichnet werden mögen, und zwar bestehen die Alkaliglimmer aus K oder aus L oder aus beiden und bestehen die Magnesiaglimmer aus KM oder aus LM oder auch aus diesen beiden.

Die erhaltenen Formeln sind für

Muscovit:

$K = Si_6 Al_6 K_2 H_4 O_{24}$ Damourit.

$L^0 = Si_6 Al_4 K_2 H_4 O_{21}$ Phengit.

*) Ein schuppiges, weisses Mineral aus dem Glimmerschiefer des Habachthales gab F. Bergmann 5,76 Percent Baryt. Auch diese Analyse erlaubt keine Entscheidung bezüglich der vorliegenden Frage.

Digitized by Google

Lepidolith:

$L = Si_6 Al_4 K_2 Li_2 H_2 Fl_2 O_{20}$ Lepidolith,

$L' = Si_6 Al_4 K_2 Li_2 Fl_4 O_{18}$ Zinnwaldit.

Phlogopit:

$LM = Si_6 Al_4 K_2 H_2 Fl_2 O_{20} + Si_6 Mg_{12} O_{24}$

$L'M = Si_6 Al_4 K_4 Fl_4 O_{18} + Si_6 Mg_{12} O_{24}$

Biotit:

$K''M = Si_6 Al_6 K_4 H_2 O_{24} + Si_6 Mg_{12} O_{24}$ Anomit,

$K'M = Si_6 Al_6 K_3 H_3 O_{24} + Si_6 Mg_{12} O_{24}$ Meroxen,

$KM = Si_6 Al_6 K_2 H_4 O_{24} + Si_6 Mg_{12} O_{24}$ Lepidomelan.

Margarit:

$= Si_4 Al_8 Ca_2 H_4 O_{24}$.

Zu diesen Formeln ist nur noch zu bemerken, dass in dem Falle dass zwei Glieder durch ein Pluszeichen verbunden erscheinen, eigentliche Molekelverbindungen zu verstehen sind, indem die beiden Verbindungen in wechselnden Verhältnissen zu einer Molekelverbindung sich vereinigen. So existirt nicht bloss ein Meroxen mit dem Verhältniss $K'M$, sondern auch einer, der das Verhältniss $K'_2 M$ zeigt u. s. w.

Wenn man die Substitution von Wasserstoff durch Kalium und Lithium nicht von vornherein im Einzelnen angibt, sondern bloss die Wasserstoffverbindung anführt, von denen die verschiedenen Alkaliglimmer deriviren und wenn man ebenso bezüglich des Fluors nur die Grundverbindung anführt, von welcher sich die fluorhaltigen Glimmer ableiten, so kann man die Zusammensetzung der Glimmer viel einfacher ausdrücken.

Die sämmtlichen Glimmer, abgesehen von dem auch physikalisch verschiedenen Margarit, erscheinen sodann aus drei Verbindungen zusammengesetzt, wovon die beiden ersten zuweilen fast rein auftreten, nämlich

$$Si_6 Al_6 H_6 O_{24}$$
$$Si_6 Al_4 H_6 O_{21}$$
$$Si_6 Mg_{12} O_{24}.$$

Die erste und die zweite bilden die Reihe der Glimmer vom Muscovit bis zum Lepidolith, die erste und dritte bilden den Biotit, die zweite und dritte hingegen den Phlogopit. Viele Phlogopite enthalten alle drei Verbindungen.

Früher wurde bereits darauf hingewiesen, dass man sich diese Verbindungen in kleinere Theile zerlegt denken könnte, so dass die Grundverbindungen in den Glimmern die drei

$$Si_2 Al_2 H_2 O_8,\ Si_2 H_2 O_5 \text{ und } Si_2 Mg_4 O_8$$

wären, und dass man die zuvor angeführten Verbindungen als Molekelverbindungen ansehen könnte. Dagegen ist aber zu erinnern, dass wohl die Möglichkeit vorliegt, die Sache so zu betrachten, dass aber kein zwingender Grund dafür besteht.

Digitized by Google

Die erstgenannten Verbindungen lassen sich ohne Zwang als eigentliche chemische Verbindungen erklären und die Entstehungsweise des Muscovits aus dem Orthoklas spricht auch für diese Auffassung. Ich habe schon bei einer früheren Gelegenheit*) bemerkt, dass der Muscovit sowohl, als der Kaolin, welche beide sehr häufig aus dem Orthoklas entstehen, als chemische Verbindungen aufzufassen seien, denen im gewissen Sinne eine höhere Zusammensetzung zukommt, als diesem. Die folgenden Schemata zeigen dies hinlänglich deutlich:

Orthoklas	Kaolin	Muscovit
$\overbrace{Si_6 Al_2 K_2 O_{16}} =$	$\overbrace{Si_4 Al_4 H_8 O_{18}} =$	$\overbrace{Si_6 Al_6 H_4 K_2 O_{24}} =$
O	O	O
O_2 { $Si_2 O_4 Al_2 O_2 K_2$	O_2 { H_2	O_2 { $Si_2 O_4 Al_2 O_2 H_2$
O_2 { $Si_2 O_2$	O_2 { $Si_2 O_4 Al_2 O_2 H_2$	O_2 { $Si_2 O_4 Al_2 O_2 H_2$
O_2 { $Si_2 O_2$	O_2 { $Si_2 O_4 Al_2 O_2 H_2$	O_2 { $Si_2 O_4 Al_2 O_2 K_2$.
O	H_2	O

Demnach enthalten alle drei Minerale dieselbe Gruppe $Si_2 O_4 Al_2 O_2 H_2$ und sind der Orthoklas und der Muscovit als geschlossene Verbindungen zu betrachten, wogegen der Kaolin als eine offene Verbindung erscheint**).

Jene Verbindung L, welche im Phengit und Lepidolith vorkommt, ist entweder fluorfrei oder sie enthält zwei bis vier Atome Fluor.

$L^0 =$	$L =$	$L' =$
$Si_6 Al_4 H_6 O_{21} =$	$Si_6 Al_4 H_6 Fl_2 O_{20} =$	$Si_6 Al_4 H_4 Fl_4 O_{18} =$
O	O	O
O_2 { $Si_2 O_4 Al_2 O_2 H_2$	O_2 { $Si_2 O_4 Al_2 O_2 H_2$	O_2 { $Si_2 O_4 Al_2 O_2 H_2$
O_2 { $Si_2 O_4 Al_2 O_2 H_2$	O_2 { $Si_2 O_4 Al_2 O_2 H_2$	O_2 { $Si_2 O_4 Al_2 O_2 H_2$
O_2 { $Si_2 O_3 H_2$	O_2 { $Si_2 O_2 Fl_2 H_2$	O_2 { $Si_2 Fl_4$.
O	O	O

Wenn die zweite Verbindung mit der ersten verglichen wird, so zeigt sich eine Ersetzung von O durch Fl_2, bei dem Vergleich der dritten mit der zweiten, ausserdem eine Ersetzung von zwei Hydroxylgruppen durch zwei Atome Fluor. Diese Verschiedenheit muss jetzt noch unerklärt hingenommen werden, da über die Bildungsweise der Lepidolithe nichts Genaueres bekannt ist. Der Unterschied zwischen dem Muscovit und der eben angeführten Verbindung L^0 besteht in der Zusammensetzung der hier neu

*) »Die Aufgaben der Mineralchemie« in den von mir her. Mineralog. Mittheil. 1871, p. 93.

**) Der genannten Gruppe darf man die folgende Structur zuschreiben:

$$\begin{array}{l} -Si-O- \\ -Si-O- \end{array} \begin{array}{l} Al-O-H \\ \quad | \\ Al-O-H \end{array}$$

Digitized by Google

eintretenden Gruppe $Si_2O_3H_2$ gegenüber derjenigen Gruppe, welche den Muscovit charakterisirt*).

Bezüglich des Magnesiasilicates M, welches in den Magnesiaglimmern hinzukommt, ist das Nöthige schon früher bemerkt worden, und es genügt vorläufig die Andeutung, dass die Formel M einer chemischen Verbindung entsprechend geschrieben werden kann, worin dreimal die Gruppe $Si_2O_4Mg_4O_2$ vorkommt.

Die Verbindungen, welche in den Glimmern gefunden werden, sind im Allgemeinen mit einander isomorph, doch ist im Einzelnen Folgendes zu bemerken:

Zwischen Muscovit und Phengit bestehen Uebergänge, woraus eine vollkommene Isomorphie der Verbindungen K und L^0 hervorgeht. Zwischen dem Phengit und Lepidolith ist der Uebergang nicht so sicher nachgewiesen, aber nach den vorhandenen Analysen, welche zuweilen in Phengiten auch geringere Mengen von Fluor und Lithium angeben, sehr wahrscheinlich**). Da wir aber die Krystallform des Lepidolithes noch nicht genau kennen, muss ein endgiltiges Urtheil noch aufgeschoben werden.

Zwischen Muscovit und Lepidomelan scheinen Uebergänge zu bestehen, wonach die Isomorphie von K und KM wahrscheinlich.

Die Krystallformen des Muscovits und Meroxens zeigen das Verhältniss, wie es bei isomorphen Körpern vorkommt, doch existirt keine Mischungsreihe, oder es ist wenigstens bisher keine gefunden, welche den Muscovit und den Meroxen verbände. So wie der Meroxen verhält sich auch der Anomit.

Zwischen dem Lepidolith und dem Phlogopit besteht ein Zusammenhang, welcher durch die Existenz des Zinnwaldits angedeutet wird. Die mangelhafte Kenntniss der Formen des Lepidoliths hindert ein schärferes Urtheil. Da jedoch im Phlogopit, sowohl in der Mischung als in den physikalischen Eigenschaften ein Uebergang zum Meroxen bemerklich ist, so erscheint die Isomorphie der Verbindungen LM und $K'M$ ziemlich sicher.

Um allfälligen Missverständnissen vorzubeugen, mag noch besonders hervorgehoben werden, dass eine Isomorphie der Verbindung $M = Si_6Mg_{12}O_{24}$ mit den anderen Verbindungen nicht im vollen Sinne des Wortes ange-

---

*) Jener Gruppe und den zugehörigen fluorhaltigen Gruppen kann man folgende Structur zuschreiben:

$$\begin{array}{lll} -Si-O-H & -Si-O-H & -Si-Fl \\ -Si-O-H & -Si-O-H & -Si-Fl \\ -Si-O & -Si-Fl & -Si-Fl \end{array}$$

woraus zu ersehen ist, dass die unter L begriffenen Verbindungen als offene betrachtet werden können.

**) Ein Beispiel ist der von Haughton analysirte Phengit von St. Just in Cornwall mit 4,15 Percent Fluor und 1,14 Lithion.

Digitized by Google

nommen werden kann, weil die Verbindung M nicht für sich existirt, folglich ihre Krystallform unbekannt ist. Aus den Thatsachen aber, dass die Verbindungen $K'M$, $K''M$ und K mit einander isomorph erscheinen, darf man wohl schliessen, dass die Verbindung M, wenn sie für sich existirte, eine gleiche Form und gleichen Krystallbau wie der Meroxen, Muscovit etc. darböte.

Wenn die Formeln der Verbindungen, die in den Glimmern vorkommen, betrachtet werden, so zeigt sich zum Theile Gleichheit in dem Verhältniss der Sauerstoffatome zu der Summe der übrigen Atome, theils aber auch Ungleichheit:

$$Si_6 Al_6 H_6 O_{24}$$
$$Si_6 Mg_{12} O_{24}$$
$$Si_6 Al_4 H_6 O_{21}.$$

Die beiden ersten haben das Verhältniss $O : R$ gleich $4 : 3$, die letztere hingegen gleich $21 : 16$.

Da nun in der grossen Mehrzahl der Fälle, in welchen Sauerstoffverbindungen im strengsten Sinne isomorph erkannt wurden, jenes Verhältniss bei derselben isomorphen Gruppe dasselbe ist, so erscheint die Abweichung, welche der Phengit und Lepidolith darbieten, befremdlich.

Man kann sich allerdings dabei beruhigen, dass die beiden Verhältnisse $4 : 3 = 1{,}3333$ und $21 : 16 = 1{,}3125$ einander sehr nahe stehen, aber eben diese Näherung erregt die Vermuthung, dass eine Gleichheit besteht, welche irgendwie verdeckt wird.

Der Punkt, worin die Ungleichheit der beiden Verbindungen hinsichtlich jenes Verhältnisses beruht, wird sogleich erkannt, wofern beide Formeln in einer schon früher gegebenen Gliederung angesetzt werden.

Muscovit	Phengit
$Si_2 Al_2 H_2 O_8$	$Si_2 Al_2 H_2 O_8$
$Si_2 Al_2 H_2 O_8$	$Si_2 Al_2 H_2 O_8$
$Si_2 Al_2 H_2 O_8$	$Si_2 H_2 O_5$.

Es ist also das Glied $Si_2 H_2 O_5$, welches die Ursache der Verschiedenheit begründet, weil es das Verhältniss $5 : 4$ mitbringt.

Bezüglich dieses Gliedes wurde aber beim Phengit sowohl, als beim Lepidolith bemerkt, dass die Formel unsicher sei, weil der Herleitung zufolge sämmtliche Fehler der Analysen sich vereinigen, um das wahre Verbindungsverhältniss von Si und H zu verhüllen. Ebenso steht es mit dem entsprechenden fluorhaltigen Gliede in der Formel des Lepidoliths und der zugehörigen Glimmer. Bei diesem tritt ausserdem noch die Schwierigkeit hinzu, dass über das Verhältniss zwischen isomorphen Sauerstoff- und Fluorverbindungen bisher noch nichts Sicheres bekannt ist.

Man kann jedoch eine Uebereinstimmung in dem genannten Sauerstoffverhältnisse bei allen Glimmern erzielen, wenn man statt der Verbindungs-

Digitized by Google

zahlen, welche dem Gliede $Si_2 H_2 O_5$ entsprechen, andere annimmt, die auch noch zwischen den Grenzen der möglichen Beobachtungsfehler liegen, aber auf das Sauerstoffverhältniss 4 : 3 führen. Diese sind $5\,SiO_2 . 2\,H_2O$, welche die Formel

$$Si_5 H_4 O_{12}$$

geben, deren Sauerstoffverhältniss 12 : 9 oder 4 : 3 ist. Diese Verbindung wäre ein partielles Kieselsäure-Anhydrid, gebildet nach der Regel, dass 5 Molekel Kieselsäure $Si(HO)_4$ durch den Austritt von 8 Molekeln Wasser zu einer Verbindung höherer Zusammensetzung vereinigt werden.

Dies führt aber zu einer vollständigen Umgestaltung der Phengit- respective Lepidolithformel. Diese war früher:

$$6\,SiO_2 . 2\,Al_2 O_3 . 3\,H_2O.$$

Wenn in derselben aus dem Gliede $2\,SiO_2 . H_2O$ ein anderes, nämlich $5\,SiO_2 . 2\,H_2O$ werden soll, so muss eine Multiplication mit 2.5 vorgenommen werden, oder mit einem Vielfachen dieser Zahl. Um ganze Zahlen zu erhalten, möge der Factor 5 genommen werden, wonach sich ergibt:

$$30\,SiO_2 . 10\,Al_2 O_3 . 15\,H_2O.$$

Damit aber eine Gliederung in die angenommenen Verbindungen $6\,SiO_2 . 3\,Al_2 O_3 . 3\,H_2O$ und $5\,SiO_2 . 2\,H_2O$ möglich ist, müsste statt dieses Verhältnisses ein nahestehendes angenommen werden, nämlich:

$$28\,SiO_2 . 9\,Al_2 O_3 . 13\,H_2O$$

und die Gliederung würde sodann folgende sein:

$$3\,(Si_6 Al_6 H_6 O_{24}) + Si_{10} H_8 O_{24}.$$

Man kann sonach den Phengit als eine Molekelverbindung auffassen, welche aus der gleich anfänglich in dem Muscovit erkannten Verbindung:

$$Si_6 Al_6 K_2 H_4 O_{24} \ldots\ldots K$$

und aus einer anderen Verbindung:

$$Si_{10} H_8 O_{24} \ldots\ldots S$$

besteht, und zwar hätte man hier drei Molekel der ersten mit einer Molekel der zweiten verbunden, also K_3S. Dieser Zusammensetzung nähern sich in der That jene beiden mit 1 und 2 bezeichneten Phengite von Freiberg, die von Scheerer analysirt wurden:

	K_3S	1.	2.
Kieselsäure	54,74	52,91	52,24
Thonerde	30,21	29,63	29,69
Magnesia	—	3,88	2,37
Kali	9,19	8,69	10,86
Wasser	5,86	4,89	4,53
Titansäure	—	—	0,31
		100	100

Nun ist zu zeigen, dass die früher in anderer Weise aufgefassten Phengitanalysen sich berechnen lassen unter der Voraussetzung, dass isomorphe

Digitized by Google

Mischungen vorliegen, in welchen die Verbindungen K, S und M vorhanden sind. Es bedarf nur noch der Angabe der percentischen Zusammensetzung von S, welche lautet:

Kieselsäure	89,28
Wasser	10,72
	100

Die percentischen Ansätze für die folgenden Analysen sind:

	III.	IV.	1. u. 2.	3. u. 4.	
K	90,5	85	77	82	Percent.
S	4,5	9	17	11	„
M	5,0	6	6	7	„

und die berechneten Zahlen stellen sich zu den der Beobachtung entsprechenden, wie folgt:

	III.	ber.	IV.	ber.
Kieselsäure	47,02	46,94	48,99	48,90
Thonerde	35,40	35,00	32,79	32,87
Magnesia	2,73	2,86	3,22	3,43
Kali	10,14	10,64	10,38	10,00
Wasser	4,71	4,56	4,62	4,80
	100		100	

Die Uebereinstimmung ist eine sehr vollständige. Die Scheererschen Analysen ergeben:

	1.	2.	ber.	3.	4.	ber.
Titansäure	—	0,31	—	1,75	—	—
Kieselsäure	52,91	52,24	52,44	48,83	49,09	49,77
Thonerde	29,63	29,69	29,78	32,51	31,30	31,71
Magnesia	3,88	2,37	3,43	2,74	4,60	4,00
Kali	8,69	10,86	9,06	9,68	9,32	9,64
Wasser	4,89	4,53	5,29	4,49	4,69	4,88
	100	100		100	100	

Somit entspricht die neue Theorie den guten Analysen in sehr zufriedenstellender Weise.

Wie bei dem Phengit, so stellt sich die Sache auch bei dem Lepidolith. Derselbe erscheint auch als eine Molekelverbindung, und zwar von $\dot{K}'''$ und S, also von

$$Si_6 Al_6 \dot{K}_6 O_{24} \text{ und } \ddot{S}i_{10} H_8 O_{24};$$

jedoch ist ausser der Kaliumverbindung auch die isomorphe Lithiumverbindung vorhanden. Ausserdem aber tritt Fluor ein, welches man als in die Verbindung S eintretend, annehmen darf.

Der Vergleich der fluorhaltigen Lepidolithe mit den fluorfreien oder fluorarmen Phengiten hat gezeigt, dass der Zusammenhang beider so dargestellt werden könne, als ob die fluorhaltige Verbindung aus der fluor-

Digitized by Google

freien entstanden wäre, indem nicht nur die Hydroxylgruppen, sondern auch ein Theil des Sauerstoffs durch Fluor ersetzt wurden.

Auf solche Weise gelangt man von der Verbindung S

$$Si_{10} H_8 O_{24}$$

zu einer fluorhaltigen S'

$$Si_{10} O_8 Fl_{24},$$

welche dieselbe Zahl von Atomen wie die vorige enthält. Diese beiden Verbindungen wären demnach in isomorpher Mischung in dem Lepidolith und in den zugehörigen Glimmern, dem Zinnwaldit und Phlogopit anzunehmen, wodurch sich der wechselnde Fluorgehalt erklärt.

Dies vorausgesetzt, kann man die Analysen aller dieser Glimmer so darstellen, dass man jeden fluorhaltigen Glimmer auf einen fluorfreien reducirt. Die letztangeführten Formeln zeigen, wie dies zu geschehen habe. Anstatt $H_8 O_{16}$ sind Fl_{24} eingetreten, also statt $H_2 O_4$ sind Fl_6 eingetreten.

Um also von dem fluorhaltigen Glimmer zu dem entsprechenden und isomorphen fluorfreien Glimmer zu gelangen, hat man für je 6 Atome Fluor die Gruppe $H_2 O_4$ einzusetzen, d. h. man hat in den Daten der Analyse für je 6 Atome Fluor 1 Molekel Wasser zu nehmen *).

Um nun zu zeigen, dass die neue Theorie den Analysen der Lepidolithe entspricht, möge zuerst bezüglich der beiden früher besprochenen Beobachtungsreihen das Resultat der Rechnung angeführt werden. Dieselbe geht von der Annahme aus, dass dem Lepidolith im Allgemeinen dieselbe Zusammensetzung, wie dem Phengit zukomme, also

$$3\,(Si_6 Al_6 K_6 O_{24}) \,.\, (Si_{10} H_8 O_{24}) = K'''_3 S,$$

dass aber der Kaliumverbindung eine isomorphe Lithiumverbindung beigemischt sei, und dass auch die letztgenannte Fluorverbindung statt der isomorphen Wasserstoffverbindung isomorph eintrete.

	X.	Berechnet.	XI.	Berechnet
Kieselsäure	50,39	50,77	50,98	51,04
Thonerde	28,19	28,01	27,80	28,17
Kali	12,34	12,78	10,78	10,28
Lithion	5,08	4,08	5,88	4,92
Wasser	2,36	1,36	0,96	0,91
Fluor	5,15	5,17	7,88	8,08
	103,51	102,17	104,28	103,40

Hier wurde das Verhältniss, in welchem die Wasserstoff- und die Fluorverbindung vertreten sind, 5 : 3 und 5 : 7 angenommen, im Uebrigen wie früher verfahren.

Um ferner zu zeigen, dass man einfacher verfahren und die Analysen,

*) Somit sind für je 1 Percent Fluor, $^3/_{19}$ Percent Wasser zu substituiren.

Digitized by Google

welche Fluor angeben, auf fluorfreie Substanz reduciren könne, sind die obigen Analysen reducirt und mit den berechneten Zahlen verglichen.

	X r.	Berechnet	XI r.	Berechnet
Kieselsäure	51,37	51,90	52,76	52,84
Thonerde	28,75	28,64	28,76	29,16
Kali	12,59	13,07	11,15	10,64
Lithion	5,18	4,17	6,07	5,10
Wasser	3,23	2,22	2,26	2,26
	101,12	100	101,00	100

Sowie die vorstehenden, so zeigt auch die Analyse des Zinnwaldits eine sehr befriedigende Uebereinstimmung mit der hier behandelten Theorie und zwar entspricht dieselbe vollständig der Formel $K'''_{10} S_3 M_2$.

	XII r.	Berechnet.
Kieselsäure	47,46	47,03
Thonerde	23,72	23,75
Eisenoxydul	13,85	13,28
Kali	11,49	10,82
Lithion	3,39	3,46
Wasser	2,23	1,66
	102,14	100

Ebenso berechnen sich die Phlogopite als Verbindungen, welche der Reihe der Kaliglimmer angehören und mit den Verbindungen S und M isomorph gemischt sind. So z. B. nähern sich manche in ihrer Zusammensetzung dem Verhältnisse $K'''_3 SM_4$. Da jedoch, wie schon früher bemerkt wurde, der Uebergang zwischen dem Phlogopit und dem Meroxen auch in der Zusammensetzung merkbar ist, so zeigt sich eine ziemliche Uebereinstimmung zwischen der Rechnung und den Angaben der früher angeführten Analysen, wenn Mischungen vorausgesetzt werden, welche aus eigentlichem Phlogopit und aus Meroxen bestehen. Für den eigentlichen Phlogopit scheint das Verhältniss $K'''_3 S$ zu bestehen, wie für den Lepidolith, und dazu tritt die Verbindung M in schwankendem Verhältnisse, wie dies bei den Magnesiaglimmern überhaupt bemerkt wurde. Im Folgenden soll für Phlogopit die Formel $K'''_6 S_2 M_9$ und für den damit in Mischung tretenden Biotit $K' M$ angenommen werden, dann berechnen sich für diese beiden und einige dazwischen liegende Mischungen:

Phlogopit	100	70	50	30	0
Meroxen	—	30	50	70	100
Kieselsäure	45,17	44,50	44,05	43,60	42,93
Thonerde	12,69	14,41	15,56	16,71	18,43
Magnesia	29,57	29,28	29,09	28,91	28,62
Kali	11,58	10,63	10,00	9,36	8,41
Wasser	0,99	1,18	1,30	1,42	1,61

Digitized by Google

Die früher angeführten Analysen, fluorfrei reducirt, entsprechen in der That solchen Mischungen:

	XIII.	XIV.	*a*	*b*	XV
Kieselsäure	44,84	44,42	42,19	43,63	43,13
Thonerde	14,30	13,07	15,68	14,00	16,06
Magnesia	28,80	28,76	30,41	30,00	28,65
Kali	10,35	10,36	10,81	10,26	8,58
Wasser	1,63	2,39	0,81	1,11	3,31
	100	100	100	99	100

Es ist übrigens nicht nöthig, anzunehmen, dass bloss der Phlogopit und der Meroxen sich isomorph mischen, dies geschah hier und vordem nur der Kürze wegen, damit nicht jeder einzelne Phlogopit besonders behandelt werden müsse.

Wird aber die Rechnung ohne eine beschränkende Annahme ausgeführt, so erhält man für die Phlogopite Zahlen, welche noch besser mit den Analysen übereinstimmen, als die zuvor berechneten.

Somit wäre gezeigt, dass man in dem Lepidolith und den verwandten Glimmern anstatt der Verbindung L, welche in ihren atomistischen Verhältnissen den übrigen nicht entspricht, zwei Verbindungen, nämlich eine aus der mit K bezeichneten Reihe und die Verbindung S annehmen kann, welche in ihren atomistischen Verhältnissen harmoniren. Demnach bestehen die Glimmer im Ganzen aus den drei Verbindungen K, M und S.

Diese Anschauung würde sich vielleicht auch dadurch empfehlen, dass sie die Verwandtschaft, welche zwischen den Glimmern und dem Talk besteht, auch in der chemischen Bezeichnung auszudrücken im Stande ist.

Der blättrige Talk hat nämlich eine chemische Zusammensetzung, welche sich geradezu durch die Formel MS ausdrücken lässt. Es ist nämlich:

$$MS = \begin{cases} Si_6\,Mg_{12}\,O_{24} \\ Si_{10}\,H_8\,O_{24} \end{cases} = Si_{16}\,Mg_{12}\,H_8\,O_{48},$$

d. i. das Vierfache der Formel, welche dem blättrigen Talk entspricht, nämlich $Si_4\,Mg_3\,H_2\,O_{12}$. Dass auf solche Weise dem Talk eine sehr hohe Zusammensetzung zugeschrieben würde, darf nicht als eine Schwierigkeit betrachtet werden, denn um die Beziehungen zwischen den verwandten Silicaten auszudrücken, wird man wohl manche Formel erhöhen müssen.

Die eben angedeutete Beziehung zwischen Talk und Glimmer würde namentlich den Phlogopit treffen. Die Phlogopite enthalten, wie eben gezeigt wurde, die drei Verbindungen K''', M und S, folglich kann jeder Phlogopit, als zum Theil aus Talk bestehend gedacht werden. Der Phlogopit also, welcher die Mischung $K'''_3\,M_4\,S$ darbietet, kann als $K'''_3\,M_3 + MS$ betrachtet werden, der Phlogopit $K''_2\,M_9\,S_2$ als $K''_2\,M_7 + M_2\,S_2$ u. s. w.

Digitized by Google

In der That erinnert der Phlogopit durch ein fettiges Anfühlen, durch Abnahme der Elasticität und Zunahme der Biegsamkeit an den Talk, mit welchem er in der optischen Orientirung*) und dem Winkel der optischen Axen nahe übereinkommt. Trotz alledem aber steht der Talk, wie bekannt, den Chloriten doch viel näher, und wenn auch die hier angedeutete Beziehung unzweifelhaft ist, so wird der Talk in seiner Stellung zwischen Glimmer und Chlorit, doch dem letzteren näher zu rücken sein, als dem Glimmer.

Nachdem nunmehr ausführlich gezeigt worden ist, dass bezüglich der in den Glimmern vorhandenen Verbindungen zwei Ansichten möglich sind, muss wohl zwischen beiden die Entscheidung getroffen werden. Die erste Ansicht nimmt die drei Verbindungen *KML* an. Alle drei entsprechen wohlbekannten Mineralen, aber die Verbindung *L* zeigt ein anderes atomistisches Verhältniss, als die beiden anderen, wodurch sich Schwierigkeiten bezüglich der Erklärung der Isomorphie ergeben. Ferner hat die Annahme einer Verbindung *L* grosse Schwierigkeiten bei der Berechnung der Phengite zur Folge. Die zweite Ansicht nimmt auch die beiden Verbindungen *K* und *M* an, sie zergliedert aber die dritte Verbindung so, dass ausser einem Gliede, welches *K* entspricht, eine dritte Verbindung *S* übrig bleibt. Diese Verbindung entspricht keinem bekannten Mineral. Dagegen hat sie dasselbe atomistische Verhältniss wie die beiden anderen, wodurch eine Erklärung der Isomorphie ermöglicht wird, sie löst die erwähnte Schwierigkeit beim Phengit; ausserdem erlaubt sie die Beziehung, welche zwischen Glimmer und Talk besteht, auch in chemischem Sinne zu deuten.

Das Bedenken, welches darin liegt, dass die Verbindung *S* noch nicht für sich als ein Mineral bekannt ist, erscheint mir ganz bedeutend, weil ich das gegenwärtig ziemlich allgemeine Verfahren, welches in den Mineralen ganz beliebige Verbindungen annimmt, für ungerechtfertigt halte. Wäre ein solches Verfahren erlaubt, dann würde mir die Mühe erspart geblieben sein, in die vorliegende Untersuchung einzugehen.

Ich habe auch gezögert, die Arbeit abzuschliessen, weil ich hoffte, jener Schwierigkeit vielleicht entgehen zu können. Zu der ersten Ansicht zurückzukehren, schien mir aber nicht gerathen, da nach meinen bisherigen Erfahrungen bei den isomorphen Sauerstoffverbindungen, welche gut studirt sind, solche Ungleichheiten, wie sie die Verbindungen *K* und *L* ergeben, nicht vorkommen, und weil sich gezeigt hatte, dass für die Phengite noch besondere künstliche Annahmen gemacht werden müssen.

Es scheint mir sonach dem gegenwärtigen Stande der Erfahrungen

---

*) Die Orientirung der Ebene der optischen Axen gegen die Schlaglinien stellt den Talk zu den Glimmern zweiter Art. Die gegentheilige Angabe von Descloizeaux rührt vielleicht von der Verwechslung der Gleitflächen mit Krystallflächen her.

Digitized by Google

entsprechender, der zuletzt entwickelten Ansicht den Vorzug zu geben, also anzunehmen, dass in den Glimmern, von dem Kalkglimmer abgesehen, die drei Verbindungen K, M und S enthalten seien.

$$K = \begin{matrix} O \\ O_2 \left\{ \begin{matrix} Si_2O_4Al_2O_2K_2 \\ Si_2O_4Al_2O_2H_2 \end{matrix} \right. \\ O_2 \left\{ \begin{matrix} Si_2O_4Al_2O_2H_2 \\ Si_2O_4Al_2O_2H_2 \end{matrix} \right. \\ O \end{matrix} \qquad M = \begin{matrix} O \\ O_2 \left\{ \begin{matrix} Si_2O_4Mg_4O_2 \\ Si_2O_4Mg_4O_2 \end{matrix} \right. \\ O_2 \left\{ \begin{matrix} Si_2O_4Mg_4O_2 \\ Si_2O_4Mg_4O_2 \end{matrix} \right. \\ O \end{matrix} \qquad S = \begin{matrix} O \\ O_2 \left\{ \begin{matrix} Si_2O_4Si_2O_3H_2 \\ Si_2O_4H_4 \end{matrix} \right. \\ O_2 \left\{ \begin{matrix} Si_2O_4H_4 \\ Si_2O_4Si_2O_3H_2. \end{matrix} \right. \\ O \end{matrix}$$

Die Verbindungen S und S' würden sich in folgender Art vergleichen lassen:

$$\begin{matrix} O \\ O_2 \left\{ \begin{matrix} Si_2O_4Si_2O_3H_2 \\ Si_2O_4H_4 \end{matrix} \right. \\ O_2 \left\{ \begin{matrix} Si_2O_4H_4 \\ Si_2O_4Si_2O_3H_2 \end{matrix} \right. \\ O \end{matrix} \qquad \begin{matrix} Fl_2 \\ Fl_4 \left\{ \begin{matrix} Si_2O_4Si_2Fl_4 \\ Si_2Fl_4 \end{matrix} \right. \\ Fl_4 \left\{ \begin{matrix} Si_2Fl_4 \\ Si_2O_4Si_2Fl_4. \end{matrix} \right. \\ Fl_2 \end{matrix}$$

Alle diese wären sonach geschlossene Verbindungen, auch die Fluorverbindung, da man das Fluor in starren Verbindungen nicht einwerthig, sondern mehr-, etwa dreiwerthig zu nehmen hat *).

Die Verbindungen, welche in den Glimmern anzunehmen wären, sind sonach dreierlei:

I. Verbindungen K.

$Si_6Al_6H_6O_{24}$
$Si_6Al_6K_2H_4O_{24}$
$Si_6Al_6K_3H_3O_{24}$
$Si_6Al_6K_4H_2O_{24}$
$Si_6Al_6K_6O_{24}$

und die entsprechenden Natrium- und Lithiumverbindungen, auch die entsprechenden Eisenoxydverbindungen.

II. Verbindungen M.

$Si_6Mg_{12}O_{24}$

und die entsprechenden Eisen- und Manganverbindungen.

III. Verbindungen S.

$Si_{10}H_8O_{24}$
$Si_{10}O_8Fl_{24}$.

*) Schon die Kieselfluorverbindungen $SiFl_6H_2$, $SiFl_6K_2$, $SiFl_6Na_2$ etc. machen eine solche Annahme nothwendig.

Digitized by Google

In jedem Glimmer ist eine Verbindung K, und zwar in vorwiegender Menge, enthalten. Diese Verbindung bildet also gleichsam den Kern in der Krystallmolekel eines jeden Glimmers.

Berechnung der Glimmeranalysen.

Nachdem gezeigt worden, in welcher Art die chemische Zusammensetzung der Glimmer auf bestimmte Grundverbindungen zurückgeführt werden kann, erübrigt noch anzugeben, wie an den einzelnen Analysen die Theorie erprobt, oder die Beobachtung controlirt wird.

Die Berechnung der Analyse kann den Zweck haben: 1. zu zeigen, dass die Analyse im Allgemeinen der Theorie entspricht, respective zu erfahren, ob sie derselben entspreche; 2. das Verhältniss zu ermitteln, in welchem die enthaltenen Verbindungen gemischt sind, um zu sehen, ob sich dieses durch einfache Zahlen in einer Formel darstellen lässt; 3. die percentischen Verhältnisse zu bestimmen, nach welchen die einzelnen Verbindungen gemischt erscheinen.

Die Methode wird am besten an einem Beispiel demonstrirt, welches alle Verbindungen darbietet, die vorkommen können. Ich wähle dazu den Phlogopit von Pargas, welcher von Herrn Prof. Ludwig selbst analysirt wurde (XIII). Werden hier, wie dies früher schon angegeben wurde, die Mengen von Eisenoxyd, Eisenoxydul und Natron auf Thonerde, Magnesia und Kali reducirt, so gibt die Analyse das Verhältniss:

Si	*Al*	*Mg*	*K*	*H*	*Fl*
7,24	2,69	6,99	2,12	1,02	2,21

Die erste Art der Rechnung hat bloss zu untersuchen, ob diese Zahlen einer Mischung von Verbindungen entsprechen, die durch die Verhältnisse $Si_6\,Al_6\,H_6$ (worin H durch K ersetzt sein kann) $Si_6\,Mg_{12}$, ferner $Si_{10}\,H_8$ und $Si_{10}\,Fl_{24}$ charakterisirt sind. Man beginnt also mit den beiden ersteren Verbindungen und erkennt sodann, ob auch der Rest den beiden letzteren entspricht:

	Si	*Al*	*Mg*	*K*	*H*	*Fl*
$Si_6\,Al_6\,H_6$	2,69	2,69	—	2,12	0,57	—
$Si_6\,Mg_{12}$	3,50	—	6,99	—	—	—
$Si_{10}\,Fl_{24}$	0,92	—	—	—	—	2,21
$Si_{10}\,H_8$	0,13	—	—	—	0,10	—
	7,24	2,69	6,99	2,12	0,67	2,21

Die Analyse zeigt also vollkommene Uebereinstimmung mit der Theorie. Die kleine Differenz in Bezug auf Wasserstoff kommt gar nicht in Betracht, denn sie entspricht einer Wassermenge von bloss 0,3 Procent, um welche die Analyse mehr angibt. Es wurde aber wiederholt daran erinnert, dass von dem Beobachtungsfehler abgesehen wegen der in fast allen Mineralen

Digitized by Google

vorkommenden Flüssigkeitseinschlüsse der gefundene Wassergehalt im Allgemeinen grösser sein müsse, als der durch die Theorie geforderte.

Eine zweite Rechnung untersucht nun das Verhältniss, in welchem die einzelnen Verbindungen vorhanden sind. Wird die Fluorverbindung mit der entsprechenden Wasserstoffverbindung unter S vereinigt, so hat man für dieses Verhältniss

$$p(Si_6 Al_6 H_6 O_{24})\, q(Si_6 Mg_{12} O_{24})\, r(Si_{10} H_8)$$

und es ist $6p = 2{,}69$, $6q = 3{,}50$, $10r = 1{,}05$, woraus sich das Verhältniss $p : q : r = 45 : 58 : 11$ ergibt, welches nahezu $9 : 11 : 2$ ist.

Bezüglich der ersten Verbindung wäre ferner noch zu beachten, in welchem Verhältniss K und H stehen. Es ist dieses $2{,}12 : 0{,}57$ oder nahe $7 : 2$. Dieses Verhältniss kann aber aus $6 : 0$ und $1 : 2$ zusammengesetzt werden. Das erstere entspricht der Verbindung $K''' = Si_6 Al_6 K_6 O_{24}$, das zweite $K = Si_6 Al_6 K_2 H_4 O_{24}$ und es ergibt sich demnach für die Analyse ein Verhältniss:

$$K'''_6 K_3 S_2 M_{11}.$$

Wird aus dieser Formel die percentische Zusammensetzung berechnet, so zeigt sich gegenüber der auf fluorfreie Substanz reducirten Analyse folgende Uebereinstimmung:

	XIII *rr*.	Berechnet
Kieselsäure	44,84	44,95
Thonerde	14,30	14,88
Magnesia	28,88	28,26
Kali	10,35	10,56
Wasser	1,63	1,35

Die dritte Art der Rechnung geht von der percentischen Zusammensetzung der im Glimmer vorhandenen Verbindungen aus. Dabei kann der grösseren Einfachheit wegen von den verschiedenen Mittelstufen der mit K bezeichneten Verbindungen abgesehen werden, so dass bloss die beiden Endglieder in Betracht kommen, welche durch die Verhältnisse $Si_6 Al_6 K_6 O_{24}$ und $Si_6 Al_6 H_6 O_{24}$ bezeichnet werden. Es ist aber die percentische Zusammensetzung dieser und der hier noch in Betracht kommenden Verbindungen $Si_6 Mg_{12} O_{24}$, $Si_{10} H_8 O_{24}$ und $Si_{10} O_8 Fl_{24}$.

Kieselsäure	37,86	49,79	42,86	89,28	69,45
Thonerde	32,49	42,74	—	—	—
Magnesia	—	—	57,14	—	—
Kali	29,65	—	—	—	—
Wasser	—	7,47	—	10,72	—
Fluor	—	—	—	—	52,78

Die Analyse XIII *rr*. hat nun 10,35 Kali entsprechend 34,90 Percent der ersteren Verbindung und entsprechend 13,21 Kieselsäure und 11,34 Thonerde. Die übrigen 2,96 Thonerde geben 6,93 Percent der zweiten

Digitized by Google

Verbindung, entsprechend 3,45 Kieselsäure. Die 28,88 Magnesia führen auf 50,54 der dritten Verbindung, entsprechend 21,66 Kieselsäure und die übrigen 6,52 Kieselsäure geben 7,30 Percent der letzten Verbindung. Die Summe wäre 99,67 Percent. Auf 100 berechnet, hat man:

			XIII*rr*.	Ber.
$Si_6 Al_6 K_6 O_{24}$	35,02	Kieselsäure	44,84	44,99
$Si_6 Al_6 H_6 O_{24}$	6,95	Thonerde	14,30	14,35
$Si_6 Mg_{12} O_{24}$	50,71	Magnesia	28,88	28,98
$Si_{10} H_8 O_{24}$	7,32	Kali	10,35	10,38
		Wasser	1,63	1,30
	100		100	100

Will man die Analyse XIII so berechnen, wie sie ursprünglich betrachtet wurde, also sammt ihrem Fluorgehalte, so hat man am Ende der Rechnung bloss zu berücksichtigen, dass der fluorhaltigen Verbindung S' entsprechen: 69,35 Percent SiO_2 und 52,78 Percent Fluor. Die Analyse XIII*r*. lautete:

Kieselsäure	44,03
Thonerde	14,05
Magnesia	28,36
Kali	10,17
Wasser	0,93
Fluor	4,27
	101,80.

Die 10,17 Kali entsprechen 34,30 Percent der ersten Verbindung, enthaltend 12,99 Kieselsäure und 11,14 Thonerde, die übrigen 2,91 Thonerde entsprechen 6,81 Percent der zweiten Verbindung, enthaltend 3,39 Kieselsäure. Die 28,36 Magnesia führen auf 49,63 Percent der dritten Verbindung, enthaltend 21,27 Percent Kieselsäure, die 4,27 Fluor auf 8,09 Percent der Fluorverbindung mit 5,62 Kieselsäure und die übrigen 0,76 Percent Kieselsäure leiten auf 0,85 Percent der vierten Verbindung. Die Summe ist 99,68. Auf 100 berechnet, ergeben sich:

			XIII*r*.	Berechnet
$Si_6 Al_6 K_6 O_{24}$	34,41	Kieselsäure	44,03	44,17
$Si_6 Al_6 H_6 O_{24}$	6,83	Thonerde	14,05	14,10
$Si_6 Mg_{12} O_{24}$	49,79	Magnesia	28,36	28,45
$Si_{10} H_8 O_{24}$	0,85	Kali	10,17	10,20
$Si_{10} O_8 Fl_{24}$	8,12	Wasser	0,93	0,60
		Fluor	4,27	4,28
	100		101,80	101,80

Digitized by Google

Systematik.

Der im ersten Theile der Abhandlung gegebenen Eintheilung entsprechend, folgt hier noch eine systematische Uebersicht der nunmehr vom physikalischen und vom chemischen Standpunkte betrachteten Minerale.

Biotitreihe (Magnesiaglimmer z. Th.).

Krystallsystem monoklin. Typische Form *c*, *m*, *b*, *o* (s. d. ersten Theil), optisch negativ, α (erste Mittellinie) wenig von der Normalen auf *c* abweichend. Specifisches Gewicht 2,8—3,2, mit dem Gehalt an Eisen steigend. Chemische Zusammensetzung: Molekelverbindungen von *K* und *M*.

Anomit. Synonym: Rhombenglimmer Kenngott*). Ebene der optischen Axen senkrecht zu *b*. Dispersion $\varrho > v$. Zusammengesetzt aus $Si_6 Al_6 K_4 H_2 O_{24}$ und $Si_6 Mg_{12} O_{24}$ in dem Verhältniss 1 : 1 oder 2 : 1. Intermediäre Mischungen.

Meroxen. Breithaupt. Syn.: Einaxiger Glimmer. Annit, Dana. Ebene der optischen Axen parallel *b*, $\varrho < v$. Zusammensetzung: $Si_6 Al_6 K_3 H_3 O_{24}$ und $Si_6 Mg_{12} O_{24}$ in dem Verhältnisse 1 : 1 oder 2 : 1. Intermediäre Mischungen.

Der Rubellan, Breith.; Voigtit, E. E. Schmidt; Eukamptit, Kgtt.; Aspidolith, v. Kobell; Hallit, Leeds, sind nach den mir vorliegenden Stücken zu urtheilen, zersetzter Meroxen. Ebenso dürfte es sich mit dem Rastolyt, Shep. verhalten. Als Chromglimmer hat Schafhäutl ein Mineral aus dem Zillerthal analysirt mit einem Resultat, welches nicht erkennen lässt, ob selbes hierher gehört.

Lepidomelan Hausmann. Ebene der optischen Axen parallel *b*. Zusammensetzung: $Si_6 Al_6 K_2 H_4 O_{24}$ und $Si_6 Mg_{12} O_{24}$. Statt der ersteren Verbindung auch wechselnde Mengen der entsprechenden Eisenoxydverbindung.

Pterolith, Breith. scheint hierher zu gehören.

Phlogopitreihe.

Krystallsystem monoklin. Typische Form *c*, *m*, *b*, *o*. Optisch negativ. α bis $2\frac{1}{2}^0$ von der Normalen auf *c* abweichend. Ebene der optischen Axen parallel *b*. Specifisches Gewicht 2,75...2,97. Chemische Zusammensetzung: Molekelverbindungen von *K*, *S* und *M*.

Phlogopit, Breith. Syn.: Magnesiaglimmer z. Th. Scheinbarer Axenwinkel bis 20°, $\varrho < v$. Zusammensetzung: $Si_6 Al_6 K_6 O_{24}$, ferner $Si_{10} H_8 O_{24}$ und $Si_6 Mg_{12} O_{24}$, oft dem Verhältniss 3 : 1 : 4 genähert. Gewöhnlich sind auch andere Glieder der *K*-Reihe vorhanden und es tritt anstatt der zweiten Verbindung die isomorphe $Si_{10} O_8 Fl_{24}$ ein. Die rothbrau-

*) Auch manche Arten von Muscovit und Phlogopit sind von einigen Autoren Rhombenglimmer genannt worden.

Digitized by Google

nen Phlogopite enthalten alle Fluor, die grünen sind fluorarm. Letztere sind oft schwer vom Meroxen zu unterscheiden; charakteristisch ist das Vorkommen im körnigen Kalk.

Vermiculit, Webb.; Jefferisit, Brush. sind nach den von mir untersuchten Exemplaren zu urtheilen zersetzter Phlogopit.

Zinnwaldit, Haidinger. Syn.: Lithionit, v. Kob.; Rabenglimmer, Breith.; Kryophyllit, Cooke. Scheinbarer Axenwinkel bis 65°, $\varrho > v$. Zusammensetzung: $Si_6 Al_6 K_6 O_{24}$, ferner $Si_6 Fe_{12} O_{24}$ und $Si_{10} Fl_{24} O_8$ in dem Verhältniss 10 : 2 : 3. Die Kaliumverbindung ist zur Hälfte von der entsprechenden Lithiumverbindung vertreten, die Fluorverbindung zum Theil durch die entsprechende Wasserstoffverbindung.

Muscovitreihe.

Krystallsystem monoklin. Typische Form c, M, b. Optisch negativ, a wenig von der Normalen auf c abweichend. Ebene der optischen Axen senkrecht zu b, $\varrho > v$. Specifisches Gewicht 2,83—2,89. Chemische Zusammensetzung: K und S.

Lepidolith, Klaproth. Syn.: Lithionglimmer, Gmelin. Zusammensetzung: $3\,Si_6 Al_6 K_6 O_{24} + Si_{10} O_8 Fl_{24}$, worin die Kaliumverbindung wenigstens zur Hälfte durch die entsprechende Lithiumverbindung vertreten erscheint und auch die Fluorverbindung zum Theil durch die entsprechende Wasserstoffverbindung.

Cookeit, Brush wird in die Nähe des Lepidolithes gestellt, doch gibt die Analyse Collier's eine abnorme Zusammensetzung.

Muscovit. Dana. Syn.: Kaliglimmer, Zweiaxiger Glimmer. Phengit, v. Kobell; Fuchsit, Chromglimmer zum Theil, Schafh. Zusammensetzung: $Si_6 Al_6 K_2 H_4 O_{24}$ und $Si_{10} H_8 O_{24}$, beide im Verhältniss 3 : 1 in der von mir als Phengit bezeichneten Unterabtheilung. Im eigentlichen Muscovit fast nur die erste Verbindung. Intermediäre Mischungen.

Didymit, Amphilogit, Adamsit sind Namen für einzelne Vorkommnisse von Muscovit. Margarodit, Schafh.; Euphyllit, Sillim. beziehen sich auf Gemische von Muscovit mit den folgenden Glimmern. Oellacherit Dana., ist Baryumhaltiger Muscovit. Sericit, List. Ein Gemenge von Muscovit mit einem Magnesiaglimmer.

Damourit, Delesse, ist dichter Muscovit, wird zuweilen als Onkosin bezeichnet. Hierher gehört auch der Liebenerit und in die Nähe der Pinit, welcher vorwaltend aus Muscovit bestehen dürfte.

Paragonit, Schafh. Syn.: Pregrattit, Liebener; Natronglimmer. Zusammensetzung: $Si_6 Al_6 Na_2 H_4 O_{24}$.

Digitized by Google

Cossait, Gastaldi. Ein dichter Paragonit, äusserlich gleich dem Damourit und Onkosin, zuweilen auch mit letzterem Namen bezeichnet.

Margaritreihe.

Margarit. Syn.: Perlglimmer, Mohs; Corundellit, Clingmannit, Sillim.; Emerylith, Smith; Diphanit, Nordensk. Monoklin, typische Form *c*, *b*, *o*, *q*. Optisch negativ. a bis zu 6° von der Normalen auf *c* abweichend. $\varrho < v$. Specifisches Gewicht: 2,95—3,1. Zusammensetzung: $Si_4 Al_3 Ca_2 H_4 O_{24}$; doch ist ein natriumhaltiges Silicat in geringer Menge beigemischt.

Dudleyit, Genth. Nach Dana ein veränderter Margarit.

Der Margarit ist vermöge seiner optischen Eigenschaften und der grösseren Sprödigkeit mehr den Sprödglimmern (Clintonitgruppe) verwandt, doch zeigt er noch dasselbe Sauerstoffverhältniss wie der Glimmer. Der Astrophyllit, welcher gleichfalls dem Clintonit nahe steht, ist nicht zu den Glimmern zu rechnen.

Digitized by Google

IX. Krystallographische Untersuchung einiger organischen Verbindungen.

Von

P. Friedländer in München*).

(Mit 15 Holzschnitten.)

1. Trinitrobenzol.

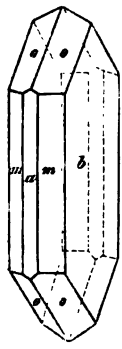
$C_6 H_3 (NO_2)_3$ (Schmelzpunkt 121—122°).

(P. Hepp, Ber. d. d. chem. Ges. 1876. 402.)

Krystallsystem: rhombisch:

$$a : b : c = 0{,}9540 : 1 : 0{,}7330.$$

Fig. 1.



Die kleinen, meist undeutlich ausgebildeten Krystalle sind stets nach dem Brachypinakoid dünn tafelartig ausgebildet und häufig nach der Verticalaxe spiessartig verlängert. Beobachtet wurden die Formen (s. Fig. 1): $o = P$ (111), $b = \infty \breve{P} \infty$ (010), $a = \infty \bar{P} \infty$ (100), $m = \infty P$ (110), selten und stets sehr klein $2\breve{P}2$ (121) und $\infty \breve{P} 2$ (120).

		gemessen		berechnet
(111)	($\bar{1}$11)	*63° 34′		—
(111)	(010)	*59° 50′		—
(110)	(010)	46° 26′		46° 21′
(120)	(010)	27° 58′	appr.	27° 40′
(121)	(010)	28° 20′		28° 45′

Durch b(010) sind im monochromatischen Licht die Hyperbelsysteme sichtbar, daher optische Axenebene (010).

Weitere optische Untersuchungen liessen sich der Kleinheit der Krystalle wegen nicht ausführen.

*) Diese und die folgende Untersuchung wurden im vor. Jahre im mineralog. Institut der Universität Strassburg ausgeführt.

Digitized by Google

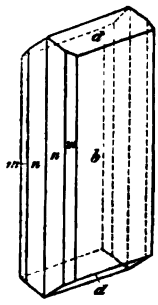
2. Trinitrotoluol.

$C_6H_2 . CH_3 (NO_2)_3$ Schmelzpunkt 82°.

Krystallsystem rhombisch

$a : b : c = 0{,}7586 : 1 : 0{,}5970$

Fig. 2.



Die Krystalle sind, denen des Trinitrobenzols sehr ähnlich, nach b dünn tafelförmig ausgebildet. Beobachtete Flächen: $m = \infty P$ (110), $b = \infty \breve{P} \infty$ (010), $n = \infty \bar{P} 2$ (210), $d = \breve{P} \infty$ (011) (Fig. 2).

		gemessen	berechnet
(110)	(010)	*52° 49′	—
(011)	(010)	*59° 10′	—
(210)	(010)	69° 26′	69° 14′

Optische Axenebene (001), b erste Mittellinie; an einer natürlichen Platte nach b wurden folgende Axenwinkel in Luft beobachtet:

$2E_a$ für Li-Licht = 106° 25′
- Na - = 108° 55′
- Tl - = 110° 58′

Doppelbrechung: negativ.

3. Trinitromesitylen.

Fig. 3.

$C_6 (CH_3)_3 (NO_2)_3$ Schmelzpunkt 232°.

Krystallsystem asymmetrisch:

$a : b : c = 0{,}9527 : 1 : 0{,}5050$
$\alpha = 82° 40′$
$\beta = 107° 52′$
$\gamma = 68° 42′$

Die kleinen stark glänzenden Krystalle sind nach der Verticalaxe sehr dünn nadelförmig ausgebildet und besitzen nur äusserst kleine Endflächen. Beobachtet wurden folgende Formen: $a = (100) \infty \bar{P} \infty$, $m = (110) \infty P$, $b = (010) \infty \breve{P} \infty$, $c = (001) \; oP$, $d = (\bar{1}01) \; ,P,\infty$; s. Fig. 3.

		gemessen:	berechnet:
(100)	$(0\bar{1}0)$	*56° 52′	—
(010)	(110)	*63° 34′	—
$(0\bar{1}0)$	(001)	*72° 31′	—
(100)	(001)	*65° 39′	—
$(\bar{1}01)$	(001)	*33° 34′	—
(110)	(001)	82° 26′	82° 23′

Die Auslöschungen sind auf allen Flächen der Prismenzone schief gegen die Verticalaxe.

Digitized by Google

4. Pikramid.

$C_6H_2(NH_2)(NO_2)_3$. Schmelzpunkt 186°.

Krystallsystem: monosymmetrisch.

$a : b : c = 0{,}8381 : 0{,}6638$

$\beta = 80° 15'$.

Fig. 4.

Kleine bräunlichgelbe Krystalle mit bläulichem Flächenschimmer, nach dem Prisma kurz säulenförmig ausgebildet. Sämmtliche Flächen der Prismen-Zone sind stark geknickt und gekrümmt, so dass eine Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung nur durch zahlreiche Messungen erlangt werden konnte. Beobachtet wurden folgende Formen: $o = +P(11\bar{1})$, $c = oP(001)$, $m = \infty P(110)$, $n = \infty P2(120)$, $a = \infty P\infty(100)$, $d = P\infty(101)$. s. Fig. 4.

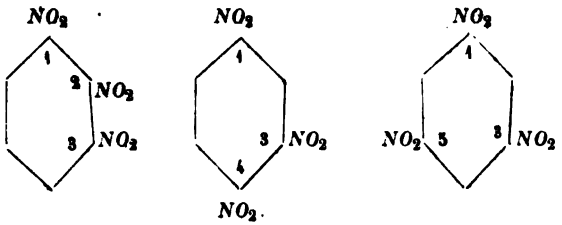
		gemessen:	berechnet:
(001)	(100)	*80° 15′	—
(001)	($\bar{1}$01)	*49° 33′	—
($\bar{1}\bar{1}$1)	($\bar{1}$11)	*58° 32′	—
(001)	($\bar{1}$11)	42° 25′	42° 2′
(001)	(110)	82° 5′	82° 29′
(1$\bar{1}$0)	(110)	80° 7′	79° 26′
(120)	($\bar{1}$20)	62° 55′	62° 24′

Eine Schwingungsrichtung liegt im oberen positiven (vorderen) Oktanten ca. 40° schief gegen die Verticalaxe. Durch die Prismenflächen sind keine Axen sichtbar. Die Kleinheit der Krystalle verhinderte eine genauere optische Untersuchung.

Vergleichen wir diese vier Körper mit einander und mit bereits untersuchten Benzolderivaten, so ergeben sich einige interessante Beziehungen zwischen der Krystallform und der chemischen Constitution derselben.

Zunächst gestatten die bisher ausgeführten Messungen mit grosser Wahrscheinlichkeit einen Schluss zu ziehen auf die Stellung der drei Nitrogruppen im Trinitrobenzol. Die einzige bis jetzt beobachtete Bildung dieses interessanten Körpers aus (1.3) = Meta-Dinitrobenzol giebt uns über die Stellungsfrage keinen Aufschluss, da nach der Kekulé'schen Theorie der Eintritt einer dritten NO_2-Gruppe in das Metadinitrobenzol die Entstehung dreier isomerer Trinitroderivate ermöglicht, wie aus folgendem bekannten Schema leicht ersichtlich ist:

Digitized by Google



Eine Entscheidung zwischen diesen 3 möglichen Fällen, die auf chemischem Wege bisher nicht herbeigeführt werden konnte, ergiebt sich indessen leicht aus folgenden Betrachtungen:

Nach einer zuerst von Prof. Groth gemachten Beobachtung, die seitdem an zahlreichen Benzolderivaten wiederholt und bestätigt ist, ändert der Eintritt einer NO_2-Gruppe in den Benzolkern die Krystallform der abgeleiteten Substanz nur in gewissen Zonen, während die Winkel anderer mehr oder weniger unverändert bleiben. Es war daher von vorne herein anzunehmen, dass auch das Trinitrobenzol seiner Bildung aus Metadinitrobenzol zufolge einige Aehnlichkeit in der Krystallform mit letzterem Körper zeigen werde.

In der That ergiebt sich bei einer Vergleichung beider Substanzen bei gleichem Krystallsystem (rhombisch) folgende Uebereinstimmung der Prismenzone:

Dinitrobenzol*) (110) ($1\bar{1}0$) 86° 38′ $a : b = 0{,}9430 : 1$
Trinitrobenzol (110) ($1\bar{1}0$) 87° 18′ $a : b = 0{,}9540 : 1$

so dass nur die Verticalaxe verändert erscheint.

Wäre nun die dritte Nitrogruppe des Trinitrobenzols in die Stellung 2 oder 4 eingetreten (siehe die obigen Schemata) so liesse sich mit grosser Wahrscheinlichkeit erwarten, dass die Krystalle des Trinitrobenzol, da wir dasselbe dann auch als nitrirtes Para- resp. Orthodinitrobenzol betrachten können, auch mit denen der Para- resp. Orthoverbindung Winkelähnlichkeit gewisser Zonen besitzen würden. Eine solche lässt sich aber ungezwungen nicht nachweisen. Beide Dinitroverbindungen krystallisiren monosymmetrisch mit folgendem Axenverhältniss:

Orthodinitrob. $a : b : c = 0{,}6442 : 1 : 0{,}5735$ $\beta = 67° 53'$
Paradinitrob. $a : b : c = 2{,}0383 : 1 : 1{,}0432$ $\beta = 87° 42'$

so dass wir hierdurch zur Annahme der dritten möglichen Stellung der 3 NO_2-Gruppen im Trinitrobenzol, der symmetrischen (1 . 3 . 5), geführt werden.

Dieselbe Annahme ergiebt sich aber ferner auch aus einer Vergleichung der Krystallform des Trinitrobenzols mit derjenigen der Pikrinsäure, des symmetrischen Trinitrophenols $C_6H_2(OH)(NO_2)_3$.

---

*) Bodewig, Pogg. Ann. 158, 239.

Digitized by Google

Der Eintritt einer Hydroxylgruppe in den Benzolkern hat hier, wie in allen bis jetzt beobachteten Fällen, bei gleichbleibendem Krystallsystem nur eine Axe wesentlich geändert. Wir haben bei der

Pikrinsäure $a : b : c = 0{,}937 : 1 : 0{,}974$

Trinitrobenzol $a : b : c = 0{,}954 : 1 : 0{,}733$

Fassen wir hiermit die Beobachtung zusammen, dass isomere Benzol-Substitutionsproducte keine Winkelähnlichkeit aufweisen, dass also auch ein Zusammenhang zwischen einem Trinitrophenol und einem Trinitrobenzol von verschiedener Stellung der 3 NO_2-Gruppen ausserordentlich unwahrscheinlich ist, so scheint ein Rückschluss auf die gleiche symmetrische Stellung der Nitrogruppen in der Pikrinsäure und im Trinitrobenzol vollständig gerechtfertigt.

Von demselben Trinitrobenzol scheint sich ferner auch das schon länger bekannte Trinitrotoluol abzuleiten bei der Annahme, dass der Eintritt der Gruppe CH_3 in den Benzolkern bei gleichem Krystallsystem die Krystallform wesentlich nur in einer Richtung ändert. Es ist nämlich das Axenverhältniss bei

Trinitrobenzol $a : b : c = 0{,}9540 : 1 : 0{,}7330$

Trinitrotoluol $c : b : a = 0{,}5970 : 1 : 0{,}7586$

Eine ähnliche Uebereinstimmung einer Zone zeigen ferner die Krystalle des Trinitrotoluols und der daraus dargestellten Trinitrobenzoesäure*). Das Verhältniss zweier Axen ist bei gleichem Krystallsystem (rhomb.) bei

Trinitrobenzoesäure $b : c = 1 : 0{,}5715$

Trinitrotoluol $b : c = 1 : 0{,}5970$

Wir haben daher krystallographisch wie chemisch einen allmäligen Uebergang von dem Trinitrobenzol durch das Trinitrotoluol zur Trinitrobenzoesäure, indem jede Verbindung mit der vorhergehenden einige Aehnlichkeit der Krystallform bewahrt hat, während Trinitrobenzol und Trinitrobenzoesäure keine Analogie mehr erkennen lassen.

Im Pikramid $C_6H_2(NO_2)_3NH_2$ scheint der Eintritt der Amidogruppe in das Trinitrobenzol von starkem Einfluss auf die Krystallform gewesen zu sein, da sich ungezwungen keine Beziehungen zwischen beiden Substanzen erkennen lassen. Dagegen bietet ein Vergleich mit Dinitranilin**) (1.2.4, NH_2 in 1) eine schöne Bestätigung der schon oft gemachten Beobachtung der geringen morphotropischen Wirkung der NO_2-Gruppe.

---

*) Friedländer, diese Zeitschr. 1, 623.

**) Schabus, Bestimmung der Krystallgestalten in chem. Labor. erzeugter Producte, S. 169.

Digitized by Google

Es ist der Winkel der positiven Hemipyramide bei

Dinitranilin	$(\bar{1}11)$ $(\bar{1}\bar{1}1)$	59° 4′
Trinitranilin	$(\bar{1}11)$ $(\bar{1}\bar{1}1)$	58° 32′

Von den folgenden beiden Trinitroderivaten zeigt das Trinitranisol trotz seiner Zugehörigkeit in die Reihe der Pikrinsäure als Methyläther derselben keine erkennbaren Analogien in der Krystallform, während das Trinitrotoluol seiner Entstehung aus Metanitrotoluol wegen einer isomeren Trinitroreihe angehört und sich daher nicht mit Derivaten der Pikrinsäure-Reihe vergleichen lässt.

5. Trinitranisol.

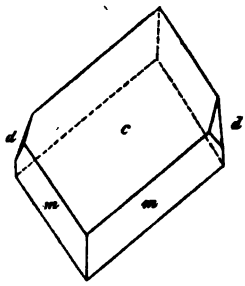
$C_6H_2(NO_2)_3OCH_3$. Schmelzpunkt 60°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}4635 : 1 : 2{,}2211$$
$$\beta = 50° 48'$$

Hellgelbe, nach der Basis tafelartig entwickelte Krystalle. Beobachtet wurden folgende Flächen: $m = \infty P (110)$, $c = oP (001)$, $d = \breve{P}\infty (011)$. Fig. 5.

Fig. 5.



		gemessen:		berechnet:
(110)	$(1\bar{1}0)$	*97° 12′		—
(110)	(001)	*65° 18′		—
(011)	(001)	*59° 51′		—
(011)	(110)	30° 20′	ca.	30° 50′
(011)	$(\bar{1}10)$	63° 56′		63° 52′.

Die Fläche d wurde selten und stets sehr klein beobachtet. Die optische Axenebene ist senkrecht zur Symmetrieebene und bildet im hinteren oberen Octanten einen Winkel von etwa 45° mit der Verticalaxe.

6. γ-Trinitrotoluol.

$C_6H_2(NO_2)_3CH_3$. Schmelzpunkt 104°.

Krystallsystem: Rhombisch.

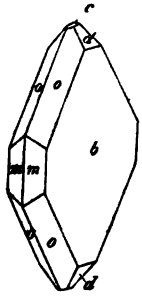
$$a : b : c = 0{,}9373 : 1 : 0{,}6724.$$

Der Körper krystallisirt aus Aceton in sechsseitigen nach dem Brachypinakoïd ausgebildeten gelblichen Täfelchen, welche nur schmale Rand-

Digitized by Google

flächen besitzen. Beobachtete Formen: $b = \infty \breve{P} \infty (010)$, $o = P(111)$, $m = \infty \bar{P} 2 (120)$, $d = 2\bar{P}\infty (021)$, $c = oP(001)$. (Fig. 6.)

Fig 6.



		gemessen:	berechnet:
(111)	$(1\bar{1}1) =$	*57° 18′	—
(111)	$(\bar{1}11)$	*61° 32′	—
(111)	$(11\bar{1})$	91° 1′	90° 58′
(120)	$(1\bar{2}0)$	50° 7′	50° 13′
(120)	(111)	48° 6′	47° 44′
(120)	(010)	65° 11′	64° 58′
(111)	(010)	61° 22′	61° 21′
(010)	(021)	36° 35′	36° 38′.

Optische Axenebene (100), c erste Mittellinie. Die Axen sind weder in Luft noch in Oel sichtbar; in Schwefelkohlenstoff gab eine natürliche Platte nach b für *Na*-Licht $2H_0 = 82° 40'$.

Der Brechungsexponent des Schwefelkohlenstoffes betrug bei der Temperatur der Beobachtung (18°) $n = 1{,}62906$ für *Na*.

Die Dispersion der Axen ist äusserst gering, $v > \varrho$.

Die Doppelbrechung ist positiv und sehr stark.

Die vorstehend beschriebenen Trinitroverbindungen verdanke ich der Freundlichkeit des Hr. P. Hepp, dem ich für die Mühe, welche derselbe auf die Herstellung gut messbarer Krystalle verwandte, zu grossem Dank verpflichtet bin.

7. Senfölessigsäure.

(Claesson. Ber. d. d. chem. Ges. **10**, 1352.)

COOH CH_2 *NCS*. Schmelzpunkt 125°—126°.

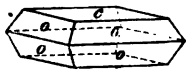
(Krystalle von Hr. Prof. Claus in Freiburg.)

Krystallsystem: Rhombisch

$$a : b : c = 0{,}8894 : 1 : 1{,}2677.$$

Die gelblich gefärbten Krystalle sind meist nach der Basis dick tafelartig entwickelt und zeigen folgende einfache Combination: $o = P(111)$, $c = oP(001)$, s. Fig. 7.

Fig. 7.



		gemessen:	berechnet:
(111)	(001) =	*62° 20	—
(111)	$(\bar{1}11)$	*82° 52	—
(111)	$(1\bar{1}1)$	72° 20	72° 18′

Axenebene (001), b erste Mittellinie.

An 2 Platten senkrecht zu b und a wurden für *Na*-Licht folgende Werthe gefunden:

Digitized by Google

$2H_a = 76^0\ 20$

$2H_0 = 145^0$. ca.

Die Dispersion der Axen ist äussert gering $\varrho > v$, die Doppelbrechung negativ.

Nach (010) wurde eine unvollkommene Spaltbarkeit beobachtet.

8. Benzolsulfinsaures Diazobenzol.

$C_6H_5N_2SO_2C_6H_5$

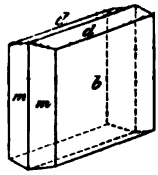
(W. Koenigs Ber. d. d. chem. Ges. 10,1884.)

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c : = 0{,}6180 : 1 : 0{,}2459.$

Dunkelrothe nach b dick tafelartig ausgebildete Krystalle der Combination $m = \infty P (110)$, $b = \infty \breve{P} \infty (010)$, $d = \breve{P} \infty (011)$, s. Fig. 8.

Fig. 8.



		gemessen:	berechnet:
(010)	(110)	= *58° 17′	—
(010)	(011)	77 49	—
110	011	83 49	83° 38′

Optische Axenebene (100), b erste Mittellinie; eine natürliche Platte nach b (010), ergab für den Axenwinkel in Oel folgende Werthe:

für Li-Licht $2H_a = 84^0\ 27'$

Na- $84^0\ 48'$

für grünes Licht waren die Krystalle undurchsichtig. Doppelbrechung stark, positiv. Nach (100) findet eine deutliche Spaltbarkeit statt.

9. Isodinitrodiphenylmethan.

(W. Staedel, Ber. d. d. chem. Ges. 11,745.)

$(C_6H_3(NO_2))_2CH_2$ Schmelzpunkt 118°.

Fig. 9a.

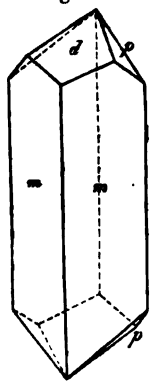
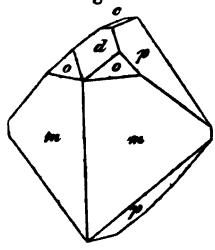


Fig. 9b.



Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c : = 0{,}7588 : 1 : 0{,}9880$

$\beta = 87^0\ 52'$.

Die hellgelblich gefärbten Krystalle treten in zwei verschiedenen Ausbildungen auf: säulenförmig nach der Verticalaxe verlängert, Fig. 9 a, oder kurz prismatisch, durch Vorherrschen einer Prismenfläche häufig tafelartig entwickelt, Fig. 9 b. Beobachtet wurden die Formen: $m = \infty P (110)$, $p = \breve{P} \infty (011)$, $d = -\frac{1}{2}\breve{P} \infty (102)$, $c = oP (001)$, $o = -P (111)$.

Digitized by Google

		gemessen:	berechnet:
(011)	(0$\bar{1}$1)	*89° 16′	—
(110)	(1$\bar{1}$0)	*71° 17′	—
(110)	(011)	*63° 32′	—
(011)	($\bar{1}$10)	66° 11′	66° 7½′
(110)	(001)	88° 11′	88° 17½′
(110)	(111)	30° 50′	30° 21½′
(011)	(111)	42° 17′	41° 52′
(011)	(1$\bar{1}$1)	88° 38′	88° 58′
(001)	(111)	57° 12′	57° 56′
(011)	(102)	53° 10′	53° 5½′
(001)	(102)	32° 15′	32° 27′

Von den optischen Eigenschaften liess sich der Trübung der Krystalle wegen, welche stets beim Schleifen derselben eintrat, nur angenähert die Lage der optischen Axenebene bestimmen; dieselbe ist ca. 10° nach vorn gegen die Basis geneigt. Durch die Prismenflächen ist je eine Axe sichtbar.

10. Sulfhydantoïn.

$$CS\begin{matrix} NH\,CH_2 \\ | \\ NH\,CO \end{matrix}$$

(Krystalle von Hr. Prof. Claus in Freiburg, s. Ber. d. d. chem. Ges. **10**, 824.)

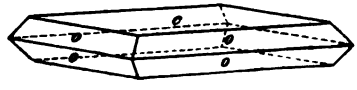
Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}7951 : 1 : 0{,}9210$$

Kleine mattflächige, nach der Basis flach tafelartig ausgebildete Krystalle. Die Messungen können der Flächenbeschaffenheit halber nur als angenäherte betrachtet werden. Es wurden beobachtet die Formen:

$o = P(111)$, und $c = oP(001)$, Fig. 10.

Fig. 10.



		gemessen:	berechnet:
(111)	(1$\bar{1}$1)	= *64° 4′	—
(111)	(001)	*55° 56′	—
(111)	($\bar{1}$11)	80° 19′	80° 51′

Optische Axenebene (100), b erste Mittellinie. Eine natürliche Platte nach c, und eine parallel (010) geschliffene ergaben für den spitzen und stumpfen Axenwinkel in Oel folgende Werthe für Na-Licht

$$2H_a = 100° 12′$$
$$2H_0 = 125° 35′$$

und hieraus $2V_a = 81° 34′$.

Der Brechungsexponent des Oels betrug für Na: 1,4791, woraus sich für β der ausserordentlich hohe Werth von **1,7372** berechnet. Leider gestatteten die geringen Dimensionen der untersuchten Krystalle nicht,

Digitized by Google

weitere optische Untersuchungen auszuführen. Bei der Schwierigkeit, aus den kleinen Krystallen richtig orientirte Platten zu schleifen, haben auch die ausgeführten Bestimmungen nur einen angenäherten Werth.

Die Dispersion der Axen ist sehr gering $\varrho > v$.

Die Doppelbrechung sehr stark negativ.

Die folgenden zwei Substanzen gestatteten ihrer unvollkommenen Ausbildung halber keine vollständige Bestimmung ihrer krystallographischen Constanten: Die Messungen sind trotzdem hier angegeben, weil es bisher nicht gelang bessere Krystalle zu erhalten.

11. Isoindol.

$C_6H_5 . C \begin{matrix} - CH_2 \\ \| \\ = N \end{matrix}$. Schmelzpunkt 194—195.

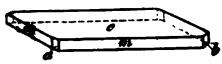
(W. Staedel, Ber. d. d. chem. Ges. 16, 1633.)

Krystallsystem: monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}3789 : 1 : ?$$
$$\beta = 87^0\ 44'$$

Die gelblichgrünen Krystalle sind nach der Basis sehr dünn tafelförmig ausgebildet und zeigen nur äusserst schmale Randflächen: Beobachtete Formen: (Fig. 11): $m = \infty P (110)$, $c = oP (001)$, $b = \infty \breve{P} \infty (010)$, $a = \infty \breve{P} \infty (100)$.

Fig. 11.



$(110)\ (\bar{1}10) = *72^0\ 56'$

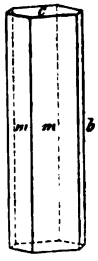
$(110)\ (001) = *88^0\ 40'$.

Die Krystalle sind vollkommen spaltbar nach der Basis, unvollkommen nach a und b.

Optische Axenebene (010), durch die Basis eine Axe sichtbar.

12. Anthrachinon.

Fig. 12.



$C_6H_4 < \begin{matrix} CO \\ CO \end{matrix} > C_6H_4$ (Schmelzpunkt 273°).

Der Güte des Herrn Prof. Claus in Freiburg verdanke ich Krystalle dieser Verbindung, welche abweichend von dem Habitus der gewöhnlich durch Sublimation erhaltenen, schöne compakte (bis 1 mm Dicke) hell strohgelbe Prismen darstellten. Ihrem optischen Verhalten nach gehören dieselben dem rhombischen System an, indessen gestatteten die an ihnen beobachteten Flächen keine vollständige Bestimmung der krystallographischen Constanten. Beobachtet wurden die Formen: $m = \infty P (110)$, $b = \infty \breve{P} \infty (010)$, $c = oP (001)$ s. Fig. 12.

Digitized by Google

Aus dem Winkel des Prisma's

$$(110)\ (1\bar{1}0) = 76^0\ 58'$$

folgt für das Axenverhältniss

$$a : b : c = 0{,}7950 : 1 : ?$$

Optische Axenebene $o\,P\,(001)$; durch die Prismenflächen sind keine Axen sichtbar. Wegen der Kleinheit und Sprödigkeit liessen sich keine weiteren optischen Untersuchungen anstellen.

13. Fluorenalkohol.

$$\begin{matrix} C_6H_4 \\ C_6H_4 \end{matrix} > CH.OH.$$

S. Barbier, Ber. d. d. chem. Gesellsch. 8, 829; P. Friedländer, über die Diphenylenglycolsäure, Inaug.-Diss. München 1878, S. 28.

Krystallsystem hexagonal holoëdrisch.

$$a : c = 1 : 0{,}631.$$

Sehr dünne hexagonale Täfelchen nach (0001) $o\,P$, am Rande begrenzt von $(10\bar{1}0)\ \infty P$ und $(10\bar{1}1)\ P$.

$$(10\bar{1}1)\ (10\bar{1}0) = *53^0\ 55'$$

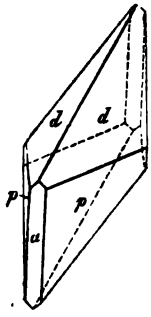
Doppelbrechung positiv, ausserordentlich stark (Blättchen von 0,01 mm Dicke zeigen Ringe, wie eine $\frac{1}{4}$—1 mm dicke Quarzplatte).

14. α-Brommesitylensaures Baryum.

$$Ba\,(C_9H_8BrO_2)_2 + 4\,H_2O.$$

S. H. J. Schmitz, über die Constitution isomerer Nitro- und Brommesitylensäuren. Inaug.-Diss. Strassburg 1877, S. 24. Anm. d. Chem. **198**, 173.

Fig. 18.



Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 3{,}0683 : 1 : 0{,}8040$$
$$\beta = 63^0\ 34'.$$

Combin. (s. Fig. 13): $p = (110)\ \infty P$, $a = (100)\ \infty \breve{P} \infty$, $d = (011)\ \breve{P} \infty$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110)\ (\bar{1}10)$	$*40^0\ 0'$	—
$(011)\ (0\bar{1}1)$	$*71\ 20$	—
$(011)\ (\bar{1}10)$	$*64\ 54$	—
$(011)\ (110)$	$47\ 5$	$47^0\ 48'$
$(011)\ (100)$	$68\ 30$	$68\ 48$

Spaltbar vollkommen nach $a\,(100)$. Optische Axenebene ∥ (010), erste Mittellinie nahe senkrecht zu $a\,(100)$; Doppelbrechung positiv. Axenwinkel in Oel:

$$2H_a = 67^0\ 35'\ (Li)$$
$$68\ 40\ (Na)$$
$$69\ 40\ (Tl)$$

Digitized by Google

15. Chloracetylbenzol.

$C_6 H_5 . C_2 H_2 ClO.$

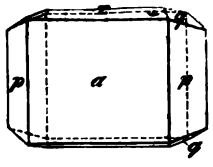
S. W. Städel, Ber. d. d. chem. Gesellsch. 1877, **10**, 1830.

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}9957 : 1 : 0{,}2135.$$

Tafelförmige Combin. (Fig. 14): $a = (100)\,\infty\bar{P}\infty$, $p = (110)\,\infty P$, $r = (101)\,\bar{P}\infty$, $q = (021)\,2\breve{P}\infty$.

Fig. 14.



		beobachtet:	berechnet:
(110)	$(1\bar{1}0)$	= *89° 46′	
(101)	$(\bar{1}01)$	*24 12	
(110)	(101)	81 30	81° 27′
(021)	(110)	$72\frac{1}{2}$° appr.	73 47

Optische Axenebene $(010)\,\infty\breve{P}\infty$, erste Mittellinie Axe a; Winkel der Axen in Oel ungefähr 74°.

Digitized by Google

X. Ueber die isomorphe Vertretung von Kupfer und Baryum.

Von

Demselben.

(Mit 1 Holzschnitt.)

Ueber die Isomorphie von Kupfer- und Barytverbindungen liegen, so weit mir bekannt, nur zwei Angaben vor.

Nach Heusser*) krystallisiren ameisensaures Kupfer und ameisensaurer Baryt in isomorphen Mischungen zusammen, während Marignac**) aus seinen Messungen eine Isomorphie von Kupferchlorid und Chlorbaryum folgert.

Auf das Auffallende des ersten Falles ist bereits von Rammelsberg***) aufmerksam gemacht worden. Beide Salze weisen nämlich weder in ihrer chemischen Zusammensetzung noch in ihrer Krystallform irgendwelche Aehnlichkeit auf, da ameisensaurer Baryt stets in Krystallen auftritt, die dem rhombischen System angehören und nach der Formel $(CO_2H)_2Ba$ zusammengesetzt sind, während ameisensaures Kupfer nur in monosymmetrischen Krystallen erhalten wird, welche die Zusammensetzung $(CO_2H)_2Cu + 2H_2O$ besitzen.

Eine Begründung der Isomorphie von Kupferchlorid und Chlorbaryum findet Marignac in der Beobachtung eines nahezu gleichen Prismenwinkels an beiden Salzen, so wie in dem annähernd rationalen Verhältniss der beiden c-Axen, von denen die eine nahezu das dreifache der andern beträgt.

Bei dem Interesse, das die Isomorphie zweier sich chemisch so fern stehender Elemente in chemischer wie in krystallographischer Hinsicht bietet, erschien eine Bestätigung dieser Angaben um so wünschenswer-

*) Heusser, Pogg. Ann. 88, 37.

**) C. Marignac, Recherches sur les formes crystallines de quelques composés chimiques. Genève 1855.

***) Rammelsberg, chemische Krystallographie S. 280.

Digitized by Google

ther, als mehrere derselben von den genannten Autoren selbst als unvollständig bezeichnet sind.

Eine Wiederholung der Messungen Marignac's am Kupferchlorid konnte leider nicht vollständig ausgeführt werden, da es nicht gelang, Krystalle mit den von Marignac beobachteten Endflächen zu erhalten. Es ist dies um so mehr zu bedauern, als der einzige von Marignac gemessene Controllwinkel von dem berechneten um $1\frac{1}{2}^0$ abweicht. Berücksichtigt man indessen den Umstand, dass es auf keine Weise gelang, isomorphe Mischungen von Chlorbaryum und Kupferchlorid darzustellen, indem beide Salze stets vollständig getrennt aus der gemeinsamen Lösung auskrystallisirten, so ist es wohl richtiger, die Annahme einer Isomorphie beider Verbindungen zu verwerfen und das annähernd rationale Verhältniss der beiden c-Axen als ein zufälliges zu betrachten. Beide Salze bieten dann ein schönes Beispiel für die morphotropische Wirkung verschiedener Atome oder Atomgruppen, wie dies in der organischen Chemie bereits so häufig beobachtet ist.

Die chemisch analoge Zusammensetzung beider Salze bedingt bei gleichem Krystallsystem ein fast gleiches Verhältniss zweier Axen, während sich der verschiedene chemische Charakter des Kupfers und Baryums in der Ungleichheit der beiden c-Axen zu erkennen giebt*).

Eine Wiederholung der Versuche Heusser's führte dagegen zu Resultaten, die wesentlich von denen dieses Forschers abweichen, und auf die ich im Folgenden etwas näher eingehe.

Ameisensaures Kupfer und ameisensaurer Baryt wurden in dem von Heusser angegebenen Verhältniss in Wasser gelöst und die Lösung bei Zimmertemperatur verdunstet. Nach einiger Zeit schieden sich aus der tief blau gefärbten Lösung zwei Salze aus, die sich schon durch ihren äusseren Habitus scharf von einander unterscheiden: 1) dunkelblaue, fast rechtwinklig begränzte, dick tafelartige Krystalle von reinem ameisensauren Kupfer, und 2) etwas heller gefärbte, grünlich blaue, schief-rhombische Tafeln eines Salzes, welches, wie sich aus der Analyse desselben heraus-

*) Dasselbe Verhältniss scheint nach neueren Untersuchungen auch zwischen propionsaurem Kupfer und propionsaurem Baryt zu bestehen. Beide Verbindungen wurden von Schabus (Bestimmung der Krystallgestalten im chem. Labor. erzeugter Producte. Wien 1855) auf Grund eigener Messungen, sowie nach Angaben von Provostaye und Niklès (Comptes Rendus 25, 784) für isomorph erklärt. Nachdem durch die genaueren Messungen von Zepharovich (Sitzb. d. W. Akad. Mai 1878, s. auch am Schluss dieses Heftes u. XII, Nr. 8) die Ungleichheit der Krystallsysteme nachgewiesen wurde, ist auch hier die Annahme einer Isomorphie auszuschliessen. Jedoch dürfte auch in diesem Falle die grosse Aehnlichkeit in den krystallographischen Verhältnissen ihre Ursache in der analogen chemischen Zusammensetzung finden, so wie die Abweichungen beider Krystallformen der verschiedenen morphotropischen Wirkung der Kupfer- und Baryumatome zuzuschreiben sind.

Digitized by Google

stellte, mit der von Heusser dargestellten »isomorphen Mischung« identisch ist. Eine ziemlich scharfe Trennung beider Salze gestattet ihr verschiedenes Verhalten in der Wärme. Ameisensaures Kupfer verliert schon bei Zimmertemperatur sein Krystallwasser und zerfällt nach einigen Tagen zu einem bläulich-weissen Pulver, während die grünlich blauen Krystalle vollkommen luftbeständig und bei gewöhnlicher Temperatur durchsichtig bleiben.

Eine Messung der gut ausgebildeten Krystalle dieser neuen Verbindung ergab nun auch in den krystallographischen Verhältnissen eine vollständige Verschiedenheit beider Körper, so dass die Heusser'sche Annahme einer isomorphen Mischung von Kupfer- und Baryumformiat in der Krystallform des ameisensauren Kupfers nicht mehr zulässig ist. Eine Analyse der grünen Salze gab folgende mit denen von Heusser gefundenen nahezu übereinstimmende Zahlen, aus denen sich die Formel

$$Cu(CO_2H)_2 + 2\,Ba(CO_2H)_2 + 4\,H_2O$$ berechnet.

	von H. gef.	ber.	gef.
Ba	40,29	40,35	40,56
Cu	9,08	9,28	9,18
H_2O	—	10,60	10,52

In den gleichzeitig ausgeschiedenen Krystallen von ameisensaurem Kupfer konnte keine Spur Baryum nachgewiesen werden.

Da jedoch die Auffassung des neuen Kupfer-Barytformiats als isomorphe Mischung von ameisensaurem Kupfer und ameisensaurem Baryt in einer dritten, an den reinen Salzen noch nicht beobachteten Krystallform, wenn auch der chemischen Zusammensetzung wegen höchst unwahrscheinlich, so doch von vorne herein nicht unbedingt zu verwerfen schien, wurden beide Salze in verschiedenen Verhältnissen in Wasser gelöst und die Lösung unter verschiedenen äusseren Bedingungen zur Krystallisation gebracht. Stets schied sich jedoch die Verbindung beider Salze in Krystallen aus, welche, wie aus den Analysen derselben hervorging, die constante Zusammensetzung $Cu(CO_2H)_2 + 2\,Ba(CO_2H)_2 + 4\,H_2O$ besassen, während der Ueberschuss des gelösten Kupfer- resp. Barytformiats in den bekannten monosymmetrischen bez. rhombischen Formen der reinen Salze auskrystallisirte, in denen keine Spur Kupfer resp. Baryum gefunden werden konnte. Bei den Analysen verschiedener Krystallisationen ergaben sich folgende Zahlen:

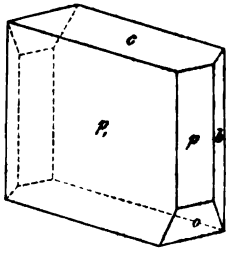
		gef.			
	ber.	I	II	III	IV
Ba	40,35	40,13	40,43	40,77	40,75
Cu	9,28	—	9,40	—	—
H_2O	10,60	—	10,39	—	10,47.

Digitized by Google

Die kleinen Abweichungen von der Rechnung erklären sich hinlänglich aus der Schwierigkeit, das Salz von den gleichzeitig ausgeschiedenen Krystallen von Kupfer- resp. Barytformiat vollständig zu trennen.

Diese Constanz der Zusammensetzung schliesst nun jede Annahme einer Isomorphie von Kupfer- und Barytformiat aus und nöthigt uns die Verbindung als ein wohlcharakterisirtes Doppelsalz von der Formel $Cu(CO_2H)_2 + 2\,Ba(CO_2H)_2 + 4\,H_2O$ zu betrachten.

Die Krystallform dieses neuen Salzes zeigte bei näherem Vergleich eine überraschende Uebereinstimmung mit der einer gleichfalls zuerst von Heusser (loc. cit.) dargestellten und als isomorphe Mischung beschriebenen Verbindung von ameisensaurem Baryum und ameisensaurem Zink. Beide Salze krystallisiren im asymmetrischen System und besitzen eine fast vollkommene Uebereinstimmung der Winkel, wie sich aus der folgenden Zusammenstellung ergiebt, bei der die von Heusser gewählte Stellung der Krystalle beibehalten ist (s. Fig.).



		Ameisensaures Zink-Baryum		Ameisensaures Kupfer-Baryum	
		gem. von Heusser.		gem.	ber.
$c : p =$	(001) (110)	—		*72° 29′	—
$c : p_1$	(001) (1$\bar{1}$0)	—		*71° 52′	—
$c : o$	(00$\bar{1}$) (11$\bar{1}$)	59° 44′		*59° 26′	—
$c : a$	(001) (100)	69° 59′		—	70° 57½′
$c : b$	(001) (010)	82° 44′		83° 25′	83° 22′
$p : b$	(110) (010)	44° 11′		*41° 58′	—
$p : p_1$	(110) (1$\bar{1}$0)	—		*53° 40′	—
$p : o$	(110) (11$\bar{1}$)	—		48° 15′	48° 6′
$b : o$	(010) (11$\bar{1}$)	54° 6′		—	54° 18½′
ebener Winkel auf 1$\bar{1}$0		—		98° 50′	98° 46′

Aus den mit * bezeichneten Winkeln berechnen sich für das ameisensaure Kupfer-Baryum folgende Constanten.

$$\alpha = 92^\circ\,49'$$
$$\beta = 109^\circ\,3'$$
$$\gamma = 116^\circ\,16\tfrac{1}{2}'$$
$$a : b : c = 0{,}5706 : 1 : 0{,}4438$$

während sich aus den Messungen Heusser's folgende mit den obigen fast übereinstimmende Werthe ergeben:

Digitized by Google

$$\alpha = 92^0\ 14'$$
$$\beta = 109^0\ 49'$$
$$\gamma = 116^0\ 51'$$
$$a : b : c = 0{,}5790 : 1 : 0{,}4524.\ ^*)$$

Der äussere Habitus der Krystalle des ameisensauren Kupfer-Baryums ist ein dünn tafelartiger, bedingt durch das Vorherrschen der Fläche $(1\bar{1}0)p_1$; die übrigen beobachteten Formen treten nur als schmale Abstumpfungen auf (Fig.).

Die Isomorphie des Kupfer-Baryum- und des Zink-Baryumformiat, die schon auf Grund ihrer krystallographischen Uebereinstimmung mit grosser Wahrscheinlichkeit erwartet werden konnte, findet in der That statt, da es gelang isomorphe Mischungen beider Salze mit derselben Krystallform darzustellen. Dieselbe verlangt nun auch, das ameisensaure Zink-Baryum nicht mit Heusser als isomorphe Mischung von Zink- und Barytformiat, sondern als selbstständiges Doppelsalz und zwar von der Zusammensetzung $Zn(CO_2H)_2 + 2Ba(CO_2H)_2 + 4H_2O$ zu betrachten. Da die von Heusser ausgeführte Analyse hiermit im Widerspruch stand, so wurde ameisensaures Zink-Baryum nach den Angaben Heusser's dargestellt und der Analyse unterworfen, welche in der That die erwartete Zusammensetzung $Zn(CO_2H)_2 + 2Ba(CO_2H)_2 + 4H_2O$ ergab.

	gefunden	berechnet
Ba	40,34	40,44
Zn	9,73	9,67
H_2O	10,44	10,57

Es erscheint demnach wahrscheinlich, dass Heusser ein Gemenge des Doppelsalzes mit dem gleichzeitig auskrystallisirenden reinen Zinkformiat zur Analyse verwandt hat. —

Wegen der geringen Dimensionen der untersuchten Krystalle konnten die optischen Eigenschaften der beiden Doppelsalze nur an der vorwiegend ausgebildeten Fläche $p_1 = (1\bar{1}0)$ untersucht werden. Was die Lage der Elasticitätsaxen betrifft, so wurden an beiden isomorphen Verbindungen innerhalb der Beobachtungsfehler übereinstimmend folgende Werthe erhalten.

Diejenige Auslöschungsrichtung, welche der optischen Axenebene entspricht, bildet auf der Fläche $p_1(1\bar{1}0)$ mit der Kante pp_1 einen Winkel von

---

*) In der Heusser'schen Arbeit in Pogg. Ann. so wie in dem Auszug derselben in Rammelsberg's chemischer Krystallographie ist irrthümlich für die c-Axe der Werth 0,7923 gegeben, statt des oben angeführten 0,4524, der sich aus den von Heusser zu Grunde gelegten Winkeln berechnet. In Rammelsberg's Krystallographie sind ferner an dieser Stelle einige Druckfehler zu berichtigen: auf Seite 280 ist bei Angabe der Axenwinkel α und γ zu vertauschen, so wie für B 69° 59′ statt 60° 59′, ebenso auf S. 281 Zeile 6 v. o. 110° 4′ für 119° 4′ und Zeile 5 v. o. $p'b$ statt $p'b'$ zu setzen.

Digitized by Google

34° 20'. Die positive Mittellinie der durch die Fläche p_1 sichtbaren Axen ist um ca. 15° nach unten und um etwa 5° nach rechts gegen die Normale auf $p_1(1\bar{1}0)$ geneigt.

Für die Axenwinkel in Oel wurden an natürlichen Platten nach p' folgende Werthe gefunden:

für ameisensaures Kupfer-Baryum

für *Na* Licht $2H = 104° 36'$

- *Tl* - $= 106° 22'$

für ameisensaures Zink-Baryum

für *Li* Licht $2H = 78° 16'$

- *Na* - $= 78° 32'$

- *Tl* - $= 78° 47'$

Die Zahl der Fälle einer angeblichen Isomorphie von Kupfer- und Baryumverbindungen ist hiermit erledigt, und es ergiebt sich aus der hier ausgeführten Untersuchung derselben das Resultat, dass eine solche nach den bisherigen Beobachtungen nicht vorliegt.

Digitized by Google

XI. Berichtigung der Analyse des Frieseit.

Von

K. Vrba in Czernowitz.

(Mit 1 Holzschnitt.)

Gelegentlich meiner Anwesenheit während der letzten Ferien in Prag theilte mir Herr Prof. K. Preis eine neue Analyse des von mir in dieser Zeitschrift*) beschriebenen, sternbergitähnlichen Minerales mit, welche er mit einer zweiten, von mir erhaltenen Partie Kryställchen ausgeführt hat. Bei dieser Gelegenheit machte ich die unangenehme Wahrnehmung, dass beim Abschreiben der ersten Analyse aus dem Analysenjournal ein Schreibfehler sich eingeschlichen hat, indem die dem Eisen und Schwefel zugehörigen procentischen Mengen verwechselt wurden; in Folge dessen gelangte ich bei der weiteren Umrechnung zu einer unrichtigen Formel.

Ich lasse unten die richtig gestellte erste Analyse, sowie die neuere, von Prof. Preis ausgeführte folgen.

Herrn Prof. J. Janovský in Reichenberg verdanke ich die Mittheilung einer Analyse des Sternbergit von Joachimsthal, der im Jahre 1860 am Junghäuserzechengang reichlich eingebrochen ist**). Die Analyse wurde mit reinem, sorgfältig ausgesuchten Mineral von einem Handstücke der Prager Universitäts-Sammlung ausgeführt, und da dieselbe von den durch Zippe und Rammelsberg bekannt gewordenen Analysen nicht unerheblich abweicht, führe ich dieselbe auch im folgenden an.

---

*) Bd. 2, 153. Gleichzeitig möchte ich an dieser Stelle einige Druckfehler berichtigen:

Seite 157 Zeile 8 von oben *FeS* statt FeS_2.
- - - 14 - - Eisensulfid statt Eisensulfin.
- - - 13 - unten Talkes statt Kalkes.
- 160 - 8 - oben $Ag_4Pb_3Sb_4S_{11}$ statt $Ag_4Pb_3Sb_3S_{11}$.

**) Fast die ganze Ausbeute ist vom Krantz'schen Mineralien-Comptoir erworben worden und dürfte sich wohl dieses Vorkommen in den meisten Sammlungen finden.

Digitized by Google

Frieseit (Preis).

	I.		II.	
	a.	b*).	a.	b*).
Ag	29,1	29,25	27,6	27,94
Fe	37,4	37,59	37,3	37,75
S	33,0	33,16	33,9	34,31
	99,5	100,00	98,8	100,00

Beide Analysen stimmen annähernd überein und lassen sich durch die empirische Formel

$$Ag_2 Fe_5 S_8$$

ausdrücken, welche erfordern würde

Ag	28,72
Fe	37,24
S	34,04
	100,00

Da das Mineral mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, reichlich Schwefelwasserstoff entwickelt, ist in der Verbindung *Fe S* zweifellos, daher man dieselbe auch als

$$\left\{ \begin{array}{l} Ag_2 S \\ Fe S \\ 2Fe_2 S_3 \end{array} \right\}$$

deuten kann.

Janovský's Analyse des erwähnten Sternbergites ergab:

	I.		II.
	a.	b.	
Ag	30,03	30,39	29,75
Fe	34,67	35,44	34,85
S	33,14	33,87	—
SiO_2	1,32	—	1,59
	99,16	100,00	

Unter I. b. ist die vorstehende Analyse mit Hinweglassung der mechanisch beigemengten SiO_2 auf 100 reducirt und der Berechnung zu Grunde gelegt; sie führt auf die empirische Formel:

$$Ag_4 Fe_9 S_{15}$$

welche erfordert

Ag	30,51
Fe	35,59
S	33,90
	100,00

Wegen des in der Verbindung enthaltenen *FeS* liesse sich vorstehende Formel auch schreiben

*) Auf 100,0 reducirte Analysen unter a.

Digitized by Google

$$\left\{\begin{matrix} 2\,Ag_2S \\ Fe\,S \\ 4\,FeS_3 \end{matrix}\right\}$$

Streng stellte in seiner Arbeit über den Silberkies von Andreasberg*) einige Betrachtungen über die Zusammensetzung der sämmtlichen, bis jetzt bekannten Glieder der Sternbergit-Silberkiesgruppe an und gelangte zu einer allgemeinen Formel, die für sämmtliche Glieder der genannten Gruppe (mit Ausnahme des Frieseit) von Geltung ist; nachdem nun die Analyse des Frieseit richtig gestellt worden, passt dieselbe auch für letzteren sowie für den von Janovský untersuchten Sternbergit. Der Uebersicht wegen führe ich hier nochmals die sämmtlichen Analysen an und füge die auf 100 reducirten Zahlen zum direkten Vergleiche bei

I. Sternbergit von Joachimsthal.**) Rammelsberg.
II. Sternbergit von Joachimsthal. Zippe.
III. Silberkies von Andreasberg. Streng.
IV. Sternbergit von Joachimsthal. Janovský.
V. Argyropyrit von Freiberg. Winkler.
VI und VII. Frieseit von Joachimsthal. Preis.
VIII. Argentopyrit von Joachimsthal. Waltershausen.

	I		II		III		IV	
	a	b	a	b	a	b	a	b
Ag	35,27	35,15	33,2***)	33,47	32,89	32,99	30,03	30,69
Cu	—	—	—	—	0,19	0,19	—	—
Fe	35,97	35,84	36,0	36,29	35,89	36,01	34,67	35,44
S	29,10	29,01	30,0	30,24	30,71	30,81	33,14	33,87
SiO_2	—	—	—	—	—	—	1,32	—
	100,34	100,00	99,2	100,00	99,68	100,00	99,16	100,00

	V		VI		VII		VIII
	a	b	a	b	a	b	
Ag	29,75	30,10	29,1	29,25	27,6	27,94	26,5
Fe	36,28	36,71	37,4	37,59	37,3	37,75	39,3
S	32,81	33,19	33,0	33,16	33,9	34,31	34,2
	98,84	100,00	99,5	100,00	98,8	100,00	100,0

*) Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1878. 785. Diese Zeitschr. 3, 96.

**) Streng führt a. a. O. Analyse 1 und 3 als Fundort fälschlich Marienberg an, desgleichen soll es Analyse 4 statt Marienberg Freiberg heissen.

***) Streng giebt in der Reproduktion der Zippe'schen Analyse den *Ag*-Gehalt irrthümlich 32,0 an und legt diese Zahl seiner Berechnung zu Grunde. Desgleichen führt auch Weissbach *Ag* = 32,0 an. Neues Jahrb. f. Min. 1877. 906.

Digitized by Google

Das Atomverhältniss von $Ag : Fe : S$ ist in

I = 0,325 : 0,640 : 0,906 = 2 : 3,937 : 5,570
II = 0,340 : 0,648 : 0,945 = 2 : 4,182 : 6,099
III = 0,308 : 0,648 : 0,963 = 2 : 4,161 : 6,245
IV = 0,284 : 0,638 : 1,058 = 2 : 4,448 : 7,451
V = 0,279 : 0,655 : 1,087 = 2 : 4,704 : 7,442
VI = 0,274 : 0,674 : 1,033 = 2 : 4,957 : 7,626
VII = 0,259 : 0,674 : 1,072 = 2 : 5,211 : 8,288
VIII = 0,245 : 0,702 : 1,069 = 2 : 5,689 : 8,705

Es ist demnach:

$$I = Ag_2S + 3{,}937\ FeS_{1{,}161}$$
$$II = Ag_2S + 4{,}182\ FeS_{1{,}219}$$
$$III = Ag_2S + 4{,}161\ FeS_{1{,}261}$$
$$IV = Ag_2S + 4{,}448\ FeS_{1{,}450}$$
$$V = Ag_2S + 4{,}704\ FeS_{1{,}369}$$
$$VI = Ag_2S + 4{,}957\ FeS_{1{,}337}$$
$$VII = Ag_2S + 5{,}211\ FeS_{1{,}398}$$
$$VIII = Ag_2S + 5{,}689\ FeS_{1{,}354}$$

Es entspricht demgemäss das Eisensulfid in

I	der Formel	Fe_6S_7
II	„	Fe_5S_6
III	„	Fe_4S_5
IV	„	Fe_2S_3
V—VIII	„	Fe_3S_4

und nach Streng's allgemeiner Formel:

$$Ag_2S + p\ Fe_n\ S_{n+1}$$

ist

$$I = Ag_2S + 0{,}656\ Fe_6S_7$$
$$II = Ag_2S + 0{,}836\ Fe_5S_6$$
$$III = Ag_2S + 1{,}040\ Fe_4S_5$$
$$IV = Ag_2S + 2{,}224\ Fe_2S_3$$
$$V = Ag_2S + 1{,}568\ Fe_3S_4$$
$$VI = Ag_2S + 1{,}652\ Fe_3S_4$$
$$VII = Ag_2S + 1{,}737\ Fe_3S_4$$
$$VIII = Ag_2S + 1{,}896\ Fe_3S_4$$

Der Coefficient p ist nur in III eine einfache Zahl.

Der Umstand, dass nun alle Glieder der genannten Gruppe durch die oben angeführte allgemeine Formel ausgedrückt werden können, ist gewiss eine wesentliche Stütze für die von Streng ausgesprochene Vermuthung, dass sämmtliche Glieder derselben als isomorphe Mischungen von Akanthit (Ag_2S) und Magnetkies (Fe_nS_{n+1}) gedeutet werden könnten. Dieser Deu-

Digitized by Google

tung steht die für den Magnetkies bis jetzt allgemein angenommene hexagonale Symmetrie im Wege *).

Die geringe Härte, das Vorhandensein einer vollkommenen Spaltbarkeit nach (001) = *o P* sowie die Biegsamkeit der Spaltlamellen einiger Glieder kann die grosse Uebereinstimmung in chemischer und morphologischer Beziehung nicht aufheben, nachdem es bekannt ist, dass der Silberkies von Joachimsthal, namentlich grössere Kryställchen desselben, eine inhomogene, pseudomorphe Masse zeigen, nicht selten Pyrargyrit einschliessen. Es sind milde, spaltbare Glieder der erwähnten Gruppe in horizontaltafelförmigen und in vertikalsäulenförmigen Krystallen bekannt, dessgleichen kennt man auch die harten und spröden, nicht spaltbaren Glieder in tafeligen und säulenförmigen Krystallen. Der Gedanke, dass die letzteren durch eine Umlagerung der Molekule unter Beibehaltung der Form jedoch unter Einbusse der Spaltbarkeit und der geringen Härte aus ersteren hervorgegangen sind, scheint nicht ganz ausgeschlossen werden zu können.

---

*) An einem $^1/_2$ mm breiten Fragmente eines säulenförmigen Kryställchens von Brasilien, das ausser einigen Flächen der Prismenzone nur einen kleinen Theil der Basis ausgebildet zeigte, wurden die Winkel der Flächennormalen gemessen. Die erhaltenen Werthe können keinen Anspruch auf Genauigkeit machen, da die Flächen an dem kleinen Kryställchen mitunter ausserordentlich schmal sind und überdiess ihre der Zonenaxe parallele Riefung eine genaue Einstellung nicht gestattet. Das gemessene Kryställchen ist in beigefügter Figur auf die Basis projicirt und die angegebenen Winkelwerthe als Mittel mehrfacher Repetitionen angenommen. Von sämmtlichen Flächen lieferte nur die mit *b* bezeichnete einfache, aber verschwommene Bilder, alle übrigen Flächen ergaben mehrere, in einander verschwommene Spaltbilder.

Fig. 1.

am	= 30° 13′
mr	= 31° 12′
rb	= 28° 35′
br'	= 27° 51′
r' (*r'*)	= 5° 26′
(*r'*) (*b*)	= 27° 58′
(*b*) (*r*)	= 28° 47′

Obzwar diese Werthe, weil, wie schon oben erwähnt nur approximativ, nicht eine sichere Lösung der Frage nach der Symmetrie des Magnetkieses gestatten, so weisen sie doch unter einander so bedeutende Differenzen auf, dass man dieselben nicht einzig auf Rechnung ihrer für goniometrische Untersuchungen ungünstigen Beschaffenheit setzen kann, zumal die Gränzwerthe für die Neigung von *br* nie 30° erreichen (26° 58′ — 29° 37′), *ma* und *mr* aber nicht unter 30° sinken. Eine in Anbetracht der mangelhaften Flächenbeschaffenheit verhältnissmässig befriedigende Erklärung der morphologischen Verhältnisse des Kryställchens gestattet die Annahme des rhombischen Krystallsystemes. Wählt man $a = (100) = \infty P\bar{\infty}$, $b = (010) = \infty P\breve{\infty}$, $m = (110) = \infty P$ so würde r nahe entsprechen $(130) = \infty P\frac{3}{2}$ und das Kryställchen einen symmetrischen Zwilling nach $\{110\} = \{\infty P\}$ darstellen.

Digitized by Google

XII. Correspondenzen, Notizen und Auszüge.

1. Sitzung der krystallographischen Gesellschaft zu London am 24. Nov. 1878 (Bericht des Sekretärs der Gesellsch.).

Hr. W. G. Lettsom theilt mit, wie er zu der Entdeckung eines neuen Minerals »Rabdophan« gekommen ist: Auf Wunsch des Hrn. Lecoq de Boisbaudran verschaffte er sich Exemplare englischer Zinkblenden, welche Ersterer auf ihren Gehalt an Gallium untersuchen wollte. Unter diesen befanden sich zwei, mit der Etiquette »Blende aus Cornwall« aus der Turner'schen Sammlung stammende und von Hrn. Ludlam überlassene Stücke, deren Aussehen wesentlich von dem anderer Zinkblenden abwich. Die Substanz derselben bildete nierförmige fettglänzende Massen von der Farbe dunkelbraunen Bernsteins. Dünnschliffe derselben zeigten schon mit einem Taschenspectroscop sehr deutlich die charakteristischen Didymbanden; eine vorläufige Analyse zeigte, dass das Mineral wesentlich ein Phosphat von Didym sei.

Derselbe legte ferner die Resultate der Untersuchungen des Hrn. Lecoq de Boisbaudran vor, nach welchen die Zinkblende von Jowey Consols Mine die an Gallium reichste ist.

Endlich brachte derselbe zwei Schliffe von Andalusit zur Vorlage, deren einer aus Böhmen stammt und welche sehr starken Pleochroismus zeigen, indem von den beiden Bildern das eine tief braunroth, das andere fast farblos erscheint.

Von Hrn. V. von Lang war ein Aufsatz über die Construction eines neuen Goniometers zur Bestimmung von Brechungsexponenten eingesandt worden.

Hr. W. J. Lewis theilt eine sehr einfache Methode zur Ableitung der Hauptformeln mit, welche bei der Berechnung der rhomboëdrischen Krystallformen gebraucht werden.

Hr. S. Maskelyne trug einige Untersuchungen vor, über welche Derselbe in d. Zeitschr. demnächst ausführlicher berichten wird. Dieselben betreffen die Krystallformen des Terpen's und seiner Derivate (dargestellt von Hrn. Tilden), sowie einen im Gebläseofen künstlich erhaltenen Diopsid.

Ref.: W. J. Lewis.

2. Nils Engström (in Upsala): **Chemische Untersuchung einiger, seltene Erden enthaltender Mineralien.** (»Undersökning af nogra mineral, som innehålla sällsynta jordarter. Inaug. dis. Upsala 1877.)

I. Untersuchung des Orthit.

Der Zweck des Verfassers war der, die Formel des Orthit, wenn die in demselben vorkommenden seltneren Erden als Sesquioxyde aufgefasst werden, zu ermitteln. Nach einem kurzen Ueberblick über frühere Untersuchungen von

Digitized by Google

Orthit giebt der Verf. eine ausführlichere Darstellung der von ihm angewandten analytischen Methoden. — Das Mineral wurde mit Salzsäure zersetzt; etwaige Verunreinigungen (von Ceritoxyden) der Kieselsäure wurden wieder aufgelöst und dem Filtrat zugesetzt. Dasselbe wurde mit Schwefelwasserstoff behandelt; keine Fällung. Dann wurde die Lösung mit Ammoniak unter Zusatz einiger Tropfen Schwefelammonium gefällt; in dem Filtrat wurden Kalk, Magnesia und Alkalien auf bekannte Weise bestimmt. Die Fällung, in Salzsäure gelöst, wurde mit Brom oder mit Salpetersäure oxydirt und auf dem Wasserbad bis zur vollständigen Trockenheit eingedampft. Die trockene Masse wurde in Wasser (mit einigen Tropfen *HCl*) gelöst, dann die Erden mit Oxalsäure gefällt. Nach 24 Stunden wurde die Fällung aufs Filtrum gebracht, geglüht und gewogen, um das gesammte Gewicht der vorhandenen seltneren Erden zu erhalten. — Das Filtrat wurde, mit Schwefelsäure versetzt, eingedampft, geglüht und gewogen, dann durch Schmelzen mit Kaliumbisulfat gelöst; es wurden Eisenoxyd und Thonerde mit Natriumacetat und aus dem Filtrat dieser Fällung Mangan mit Brom gefällt. Das Gewicht des Mangan wurde von dem früher erhaltenen Gesammtgewicht (von Eisenoxyd, Thonerde und Manganoxydul) abgezogen.

Der Gehalt von Eisenoxydul wurde in einer für sich abgewogenen Quantität des Minerals, welche in Schwefelsäure (in Kohlensäureatmosphäre) gelöst war, durch Titrirung mit Chamäleon bestimmt; in derselben Probe wurde auch der gesammte Eisengehalt, nach Reduktion mit Zink, durch Titrirung mit Chamäleon bestimmt; der Eisengehalt wurde als Oxyd berechnet und von der oben erwähnten, abgewogenen Summe von Eisenoxyd und Thonerde abgezogen.

Das Wasser wurde durch Glühen über dem Gebläse (in Kohlensäureatmosphäre) bestimmt; um störende Einwirkung reducirender Gase zu vermeiden, wurden doppelte Tiegel gebraucht.

Um die relative Menge der vorhandenen seltneren Erden zu ermitteln, wurde aus einer beliebigen Quantität des betreffenden Minerals (welches für diesen Zweck, wenn nur von anderen seltnere Erden führenden Mineralien frei, auch verunreinigt sein darf) eine Gewichtsmenge von ungef. 0,5 — 1,5 Gr. der verschiedenen Erden ausgefällt und diese Quantität einer besonderen Untersuchung unterworfen: die geglühten Erden wurden in Schwefelsäure und Wasser gelöst, die Lösung (bis 1 Gr. der Erden auf 500 Cubikctm.) verdünnt und genau mit Kaliumcarbonat neutralisirt; dann mit Kaliumsulfat auf folgende Weise gefällt: in das Becherglas wurde ein Körbchen von Platindrahtnetz soweit eingesenkt, bis dessen Boden ungef. 2 Mm. in der Flüssigkeit niedertauchte; dasselbe war mit festem Kaliumsulfat, welches nach und nach ersetzt wurde, gefüllt; es bildete sich dabei im Becherglas eine gesättigte Lösung von Kaliumsulfat, welche die Oxyde von Cer und Didym sammt der Thonerde als Kaliumdoppelsulfate ausfällte. Die Fällung wurde aufs Filtrum gebracht, mit einer gesättigten Lösung von Kaliumsulfat ausgewaschen und in kochendem, mit ein wenig Salzsäure angesäuertem Wasser gelöst; die (bis 1 Gr. der Erden auf 1000 Cubikctm.) verdünnte Lösung wurde bis zu vollem Kochen erwärmt, dann mit Natriumcarbonat neutralisirt, und Natriumhyposulfit bis zu neutraler Reaktion zugesetzt. Jetzt wurde ungef. 15 Minuten stark gekocht, wobei die Thonerde vollständig ausgefällt wurde.

Aus dem Filtrat von der Thonerdefällung wurden die Erden mit Ammoniak gefällt, dann erst zu Oxalaten, nachher zu Oxyden umgewandelt. Es wurde nun der Cer- und Didymgehalt auf folgende Weise ermittelt: Die geglühten und gewogenen Erden wurden mit einer abgewogenen Quantität Ammoniumferrosulfat

Digitized by Google

gemischt, dann in mit seinem doppelten Volum Wasser verdünnter Schwefelsäure in Kohlensäureatmosphäre) gelöst. Das nicht oxydirte Eisensalz wurde durch Titrirung mit Chamäleon bestimmt; aus der oxydirten Menge des Eisensalzes wurde der Cergehalt nach folgender Formel berechnet:

$$2CeO_2 + 2[(NH_4)_2SO_4,\ FeSO_4 + 6H_2O] + 4H_2SO_4 = Ce_2S_3O_{12} + Fe_2S_3O_{12} + 2(NH_4)_2SO_4 + 10H_2O.$$

(1 Gr. Ammoniumferrosulfat entspricht 0,4337 Gr. Cerbioxyd.)

In der Probe, in welcher der Cergehalt bestimmt war, wurde der Didymgehalt durch Verdünnen der Lösung bis zum Verschwinden der Absorptionslinien des Didym und durch nachherige Berechnung aus dem Volum der Flüssigkeit bestimmt; es wurde durch Versuche ermittelt, dass 1000 Cub.-Ctm. 0,2355 Gr. entsprechen.

Aus dem Filtrat von den Kaliumsulfatdoppelsalzen wurden die Yttererde und die Erbinerde mit Ammoniak gefällt, dann aufs Filtrum gebracht, mit kochendem Wasser ausgewaschen, getrocknet und gewogen; durch Umwandlung in Sulfate wurde nachher das Atomgewicht der erhaltenen Erden bestimmt und aus dem Atomgewicht der Mischung die Gehalte von Yttererde und Erbinerde bestimmt. Wenn das Atomgewicht der Mischung dasjenige der Yttererde um nicht mehr als fünf Einheiten übertraf, wurde Alles als Yttererde angenommen; ein Atomgewicht, fünf Einheiten grösser als das der Yttererde, entspricht 5,2 pCt. Erbinerde in den gemischten Erden, also einer sehr kleinen Quantität in dem Mineral. — Wenn alle Erden auf diese Weise bestimmt waren, wurde der Verlust als Lanthan angenommen.

Es wurden folgende Orthitvarietäten untersucht:

1. Orthit von Hitterö, Norwegen; schwarz, glänzend. Sp. G. = 3,52.
2. Orthit vom Ural; schwarz, glänzend. Sp. G. = 3,67.
3. Orthit von Chester County, Pennsylvania. Schwarz, glänzend. Sp. G. 3,48.
4. Orthit von Stättåkra. Schwarz, glänzend, in Feldspath eingewachsen. Sp. G. = 3,38.
5. Orthit von Ytterby. Schwarz, stänglig. Sp. G. = 3,39.
6. Orthit von Kragerö, Norwegen. Schwarz, blättrig. Sp. G. = 3,57.
7. Orthit von Alvö, Norwegen*); schwarz, glänzend. Sp. G. = 3,39.
8. Orthit von Egedes Minde, Grönland. Schwarz, glänzend, in grünem Feldspath eingesprengt. Sp. G. = 3,32.
9. Orthit von Näskilen, Arendal, Norwegen. Schwarz, glänzend. Sp. G. = 3,33.
10. Orthit von Blakstadbro, Froland, Norwegen. Schwarz, glänzend. Sp. G. = 3,28.
11. Orthit von Stockholm. Grünschwarz, stänglig. Sp. G. = 3,22.
12. Orthit von Ytterby. Grauschwarz, verwittert. Sp. G. = 2.92.
13. Orthit von Karlberg. Schwarzgrau, rothfleckig, verwittert. Sp. G. = 3,07.

Die Analysen sind im Folgenden zusammengestellt.

---

*) Ohne Zweifel: Alve bei Arendal. Der Ref.

Digitized by Google

Nr. 1. hittorö.	Proc.	O		Nr. 2. Ural.	Proc.	O		Nr. 3. Chester County.	Proc.	O	
$Si O_2$	31,63	16,87			30,81	16,43			31,56	16,85	
$Al_2 O_3$	13,21	6,16			16,25	7,57			16,77	7,62	
$Fe_2 O_3$	8,39	2,52			6,29	1,89			5,74	1,72	
$Ce_2 O_3$	8,67	1,28			10,13	1,50			18,15	2,69	
$Di_2 O_3$	5,60	0,79	11,79		3,45	0,48	12,64		2,71	0,40	12,77
$La_2 O_3$	5,46	0,80			6,35	0,93					
$Y_2 O_3$	0,87	0,15			1,24	0,27			1,65	0,34	
$Er_2 O_3$	0,52	0,06			—				—		
$Fe O$	7,66	1,75			8,14	1,81			9,08	2,02	
$Mn O$	1,66	0,37			2,25	0,51			1,15	0,37	
$Ca O$	10,48	2,99	5,19		10,43	2,99	5,44		9,35	2,62	5,07
$Mg O$	0,08	0,03			0,13	0,05			—		
$K_2 O$	0,28	0,05			0,55	0,09			0,37	0,06	
$H_2 O$	3,49	3,10			2,79	2,48			2,25	2,00	
$Th O_2$	0,57	0,11			—	—			0,31	0,04	
Summa:	99,07				98,77				99,09		

Nr. 4. Stättäkra.	Proc.	O		Nr. 5. Ytterby.	Proc.	O		Nr. 6. Kragerö.	Proc.	O	
$Si O_2$	29,31	15,63			32,07	17,10			32,55	17,32	
$Al_2 O_3$	12,79	5,95			16,52	7,70			19,28	8,98	
$Fe_2 O_3$	6,63	1,99			2,53	0,76			4,07	1,22	
$Ce_2 O_3$	10,49	1,55			5,90	0,87			9,24	1,37	13,06
$Di_2 O_3$	5,33	0,75	11,5		7,57	1,06	14,93		5,58	0,79	
$La_2 O_3$	6,37	0,94			5,16	0,76			4,85	0,71	
$Y_2 O_3$	1,52	0,32			2,74	0,58			—		
$Er_2 O_3$	—				2,00	0,24			—		
$Fe O$	8,85	1,96			11,89	2,64			8,09	1,80	
$Mn O$	1,48	0,33			2,34	0,53			0,51	0,12	
$Ca O$	7,38	2,11	5,16		6,75	1,93	5,33		11,09	3,17	5,20
$Mg O$	1,63	0,65			0,45	0,18			0,14	0,06	
$K_2 O$	0,64	0,11			0,29	0,05			0,27	0,05	
$H_2 O$	6,64	5,90			3,23	2,47			3,72	3,30	
$Th O_2$	0,18	0,02			Spur				—		
Summa:	99,24				99,44				99,68		

Nr. 7. Alvö.	Proc.	O		Nr. 8. Egedes Minde.	Proc.	O		Nr. 9. Näskilen.	Proc.	O	
$Si O_2$	30,54	16,29			33,29	17,62			32,01	17,07	
$Al_2 O_3$	13,67	6,43			19,35	9,02			17,54	8,17	
$Fe_2 O_3$	6,76	2,03			3,31	0,99			5,20	1,56	
$Ce_2 O_3$	8,08	1,20			9,26	1,37	12,51		6,21	0,92	
$Di_2 O_3$	3,95	0,55	11,50		6,97	0,95			10,78	1,51	12,67
$La_2 O_3$	8,10	1,19			1,04	0,15			0,24	0,03	
$Y_2 O_3$	1,92	0,40			—				1,38	0,29	
$Er_2 O_3$	—				—				1,53	0,19	
$Fe O$	10,42	2,32			10,67	2,37			9,92	2,20	
$Mn O$	2,09	0,47			—				0,47	0,11	
$Ca O$	7,09	2,03	5,08		11,04	3,15	6,16		12,03	3,44	5,78
$Mg O$	0,40	0,16			0,40	0,16			—		
$K_2 O$	0,18	0,03			1,27	0,39			0,15	0,03	
$Na_2 O$	0,28	0,07			0,37	0,09			—		
$H_2 O$	4,44	3,95			1,54	1,39			1,79	1,59	
$Th O_2$	2,49	0,30			1,17	0,14			1,14	0,14	
Summa:	100,42				99,66				100,39		

Digitized by Google

	Nr. 10. Blackstadbro. Proc.	O		Nr. 11. Stockholm. Proc.	O	
SiO_2	32,06	17,11		30,05	16,03	
Al_2O_3	17,85	8,22		17,19	8,01	
Fe_2O_3	4,94	1,48		3,67	1,10	
Ce_2O_3	9,40	1,39	12,87	10,57	1,57	12,59
Di_2O_3	7,09	1,00		5,97	0,84	
La_2O_3	3,15	0,46		6,17	0,90	
Y_2O_3	1,49	0,32		0,78	0,17	
Er_2O_3	—			—		
FeO	7,21	1,60		8,67	1,93	
MnO	—			0,94	0,21	
CaO	10,90	3,11	4,88	9,57	2,73	4,96
MgO	0,11	0,04		0,10	0,04	
K_2O	0,79	0,13		0,27	0,05	
Na_2O	—			—		
H_2O	6,44	5,72		5,53	4,92	
ThO_2	—			1,06	0,13	
	101,25			100,54		

	Nr. 12. Ytterby. Proc.	O		Nr. 13. Karlberg. Proc.	O	
SiO_2	33,48	17,86		30,89	16,47	
Al_2O_3	18,06	8,50		22,17	10,43	
Fe_2O_3	5,10	1,53		5,47	1,64	
Ce_2O_3	3,75	0,56		4,35	0,64	14,53
Di_2O_3	3,76	0,53	12,40	2,88	0,40	
La_2O_3	4,01	0,59		6,67	0,98	
Y_2O_3	2,77	0,59		2,08	0,44	
Er_2O_3	0,78	0,10		—		
FeO	6,42	1,43		5,13	1,14	
MnO	—			—		
CaO	10,99	3,14	4,63	4,97	1,42	2,83
MgO	—			—		
K_2O	0,35	0,06		0,58	0,10	
Na_2O	—			0,66	0,17	
H_2O	9,72	8,64		14,63	13,00	
ThO_2	Spur					
	99,19			100,48		

Folgende 14 Analysen wurden vor 10 — 12 Jahren von Herrn Prof. Cleve ausgeführt und mit seiner Erlaubniss von dem Verfasser benützt.

1) Orthit von Tunaberg; schwarzgrün, glänzend.
2) Cerin von Bastnäs *a* und *b*; schwarz. Sp. G. = 4,15.
3) Orthit von Kragerö, Norwegen, in Apatit eingewachsen, blättrig. Spec. G. = 3,54.
4) Orthit von Hitterö, Norwegen, schwarz, glänzend. Sp. G. = 3,503.
5) Orthit von Näskilen, Arendal, Norwegen; schwarz, glänzend. Sp. G. = 3,47.
6) Orthit von Buö, Arendal; schwarz, blättrig. Sp. G. = 3,465.
7) Orthit von Körsbärshagen, Stockholm; schwarz, glänzend. Sp. G. = 3,37.

Digitized by Google

8) Allanit von Grönland; schwarz, glänzend. Sp. G. = 3,37.
9) Orthit von Ytterby bei Stockholm; derb, grünschwarz. Sp. G. = 3,041.
10) Orthit von Ytterby bei Stockholm; lange, dünne Strahlen. Sp. G. = 3,33.
11) Orthit von Kartagobacke bei Stockholm; ein grosser schwarzer, undeutlich ausgebildeter Krystall. Sp. G. = 3,333, nach dem Glühen = 2,406.
12) Orthit von Eriksberg bei Stockholm. a) Schmutzig gelb, verwittert. Sp. G. = 2,74. b) Schwarz, verwittert. Sp. G. = 2,872.

	Nr. 1. Tunaberg			Nr. 2. Bästnäs a)			Nr. 3. Bästnäs b)		
	Proc.	O		Proc.	O		Proc.	O	
SiO_2	34,52	18,41		30,99	16,53		31,12	16,60	
Al_2O_3	18,79	8,76		9,10	4,24		8,73	4,07	
Fe_2O_3	3,11	0,93	11,30	8,71	2,61	10,84	9,02	2,71	10,77
Ce_2O_3	1,34	0,20		11,35	1,68		12,90	1,91	
$Di_2(La_2)O_3$	9,77	1,41		16,08	2,31		14,46	2,08	
FeO	7,06	1,57		12,69	2,52		12,29	2,73	
MnO	1,56	0,35		Spur			Spur		
CaO	16,21	4,63	6,64	9,08	2,59	5,95	9,74	2,78	5,96
MgO	0,17	0,07		1,36	0,54		1,12	0,45	
K_2O	0,12	0,02		—			—		
H_2O	3,15	2,81		0,33	0,29		0,48	0,41	
ThO_2	3,48	0,42		—			—		
Summa:	99,30			99,69			99,86		

	Nr. 4. Kragerö			Nr. 5. Hitterö			Nr. 6. Näskilen		
	Proc.	O		Proc.	O		Proc.	O	
SiO_2	31,72	16,91		32,08	17,11		32,32	17,24	
Al_2O_3	17,80	8,30		13,91	6,48		14,76	6,88	
Fe_2O_3	2,52	0,76	11,88	8,37	2,51	12,07	5,95	1,79	11,99
Ce_2O_3	19,43	2,82		7,47	1,10		6,35	0,94	
$Di_2(La_2)O_3$				12,30*)	1,81		14,91**)	2,09	
Y_2O_3	—			1,11	0,17		1,66	0,29	
FeO	9,37	2,08		7,85	1,74		10,82	2,40	
MnO	—			1,21	0,27		0,95	0,21	
CaO	13,17	3,76	6,18	10,47	2,99	5,28	10,55	3,01	5,50
MgO	0,74	0,30		0,49	0,20		0,23	0,09	
K_2O	0,25	0,04		0,54	0,09		0,21	0,04	
Na_2O	0,04			—			0,60	0,15	
H_2O	3,30	2,93		2,74	2,44		1,61	1,46	
ThO_2	Nicht best.			0,95	0,11		—		
Summa:	98,34			99,42			101,17		

*) Meist La_2O_3.
**) Meist Di_2O_3.

Digitized by Google

Nr. 7. Buö.	Proc.	O		Nr. 8. Körsbärhagen.	Proc.	O		Nr. 9. Allanit.	Proc.	O	
SiO_2	33,22	17,72			31,86	16,99			32,97	17,58	
Al_2O_3	14,08	6,56	11,45		14,88	6,93	10,61		16,10	7,50	11,90
Fe_2O_3	6,14	1,84			2,47	0,74			4,65	1,40	
Ce_2O_3	20,97	3,05			7,64	1,13			9,66	1,43	
$Di_2(La_2)O_3$					10,84*)	1,52			10,65**)	1,57	
Y_2O_3	—				1,88	0,29			—		
FeO	6,99	1,55	5,04		13,09	2,91	6,20		9,52	2,12	5,95
MnO	0,48	0,11			2,02	0,46			0,90	0,20	
CaO	11,15	3,19			9,76	2,79			12,40	3,54	
MgO	0,13	0,05			0,09				0,16	0,06	
K_2O	—				0,24	0,04			0,17	0,03	
Na_2O	0,56	0,14			—				—		
H_2O	5,93	5,27			3,90	3,47			1,96	1,74	
ThO_2	Nicht best.				1,51	0,18			0,33		
	99,65				100,18				99,47		

Nr. 10. Ytterby.	Proc.	O		Nr. 11. Ytterby.	Proc.	O		Nr. 12. Kartagobacke.	Proc.	O	
SiO_2	33,03	17,62			31,44	16,77			30,77	16,41	
Al_2O_3	17,63	8,22	11,78		17,12	7,98	11,89		15,24	7,10	11,38
Fe_2O_3	5,26	1,58			3,97	1,19			3,06	0,92	
Ce_2O_3	2,84	0,42			5,61	0,83			12,54	1,86	
$Di_2(La_2)O_3$	7,68	1,10			12,78	1,84			8,31	1,20	
Y_2O_3	2,92	0,46			4,20	0,65			1,93	0,30	
FeO	7,01	1,56	5,46		12,02	2,67	5,42		11,70	2,60	5,62
MnO	0,64	0,14			2,17	0,49			0,31	0,07	
CaO	12,78	3,65			7,30	2,09			9,38	2,68	
MgO	0,11	0,04			0,32	0,13			0,38	0,15	
K_2O	0,40	0,07			0,23	0,04			0,69	0,12	
H_2O	9,37	8,33			2,15	1,93			4,60	4,01	
ThO_2	1,12	0,13			1,63	0,20			Nicht best.		
	100,79				100,94				98,91		

Nr. 13. Eriksberg a).	Proc.	O		Nr. 14. Eriksberg.	Proc.	O	
$Si\,O_2$	31,54	16,82			32,02	17,08	
Al_2O_3	13,84	6,45	10,33		15,80	7,38	10,62
Fe_2O_3	3,65	1,10			2,17	0,65	
Ce_2O_3	6,59	0,98			6,55	0,97	
$Di_2(La_2)O_3$	11,42	1,60			10,17	1,43	
Y_2O_3	1,28	0,20			1,36	0,21	
FeO	1,21	0,27	2,06		5,45	1,21	3,13
MnO	1,14	0,26			0,44	0,13	
CaO	3,34	0,95			6,99	2,00	
MgO	0,94	0,38			1,84	0,74	
K_2O	0,36	0,06			0,28	0,05	
Na_2O	0,14	0,04			0,38	0,10	
H_2O	21,11***)				12,25†)		
ThO_2	1,34	0,16			1,50	0,18	
CO_2	1,49				2,93		
	99,39				100,13		

*) Meist Di_2O_3. **) Meist La_2O_3. ***) 7,22 Proc. entw. bei 100° C.
†) 1,20 Proc. entw. bei 100°.

Digitized by Google

Die Sauerstoffproportion ist also in Engström's Analysen für

	SiO_2	R_2O_3	RO	H_2O
1)	3,25	2,27	1	0,597
2)	3,01	2,32	1	0,456
3)	3,32	2,52	1	0,394
4)	3,03	2,23	1	0,645
5)	3,21	2,24	1	0,557
6)	3,33	2,51	1	0,635
7)	3,20	2,32	1	0,797
8)	2,86	2,03	1	0,227
9)	2,96	2,19	1	0,277
10)	3,50	2,64	1	1,180
11)	3,23	2,53	1	0,998
12)	3,85	2,68	1	1,870
13)	5,82	5,13	1	4,590

ferner in Cleve's Analysen (1—12):

1)	2,77	1,70	1	0,423
2)	2,78	1,62	1	0,049
3)	2,78	1,80	1	0,072
4)	2,74	1,92	1	0,474
5)	3,24	2,29	1	0,462
6)	2,97	2,07	1	0,250
7)	3,51	2,27	1	1,040
8)	2,74	1,71	1	0,560
9)	2,96	2,00	1	0,292
10)	3,22	2,16	1	1,490
11)	3,09	2,19	1	0,356
12)	2,92	2,03	1	0,710

Endlich sind untenstehende Sauerstoffproportionen aus Analysen in Rammelsberg's Mineralchemie berechnet; 1—8 den Analysen 14*c*, 16*b*, 16*c* und 20—24 entsprechend. Nr. 9 ist vom Rath's Analyse des Bucklandit.

1)	3,78	2,48	1	0,626
2)	3,58	2,39	1	0,269
3)	3,80	2,78	1	0,245
4)	2,71	2,00	1	0,156
5)	2,89	1,67	1	0,421
6)	3,03	1,97	1	0,300
7)	3,63	2,67	1	0,457
8)	3,13	2,23	1	0,474
9)	2,66	1,97	1	

Diese Verhältnisse geben ein ziemlich wechselndes Resultat, doch sind diejenigen Varietäten, welche denselben Wassergehalt besitzen, in ihrer Zusammensetzung gut übereinstimmend und zeigen dieselbe Sauerstoffproportion. Das Mittel der Sauerstoffproportion für die Varietäten mit dem niedrigsten Wassergehalt (Engström Nr. 8 und 9; Cleve Nr. 6, 9 und 11; Rammelsberg Nr. 2—4, 6)

Digitized by Google

wird für $SiO_2 : R_2O_3 : RO : H_2O = 3,_{11} : 2,_{18} : 1 : 0,_{262} = 12,_{44} : 8,_{72} : 4 : 1,_{048}$ $= 12 : 9 : 4 : 1$; für die Varietäten mit dem doppelten Wassergehalt (Engström 1—7; Cleve Nr. 1, 4, 5, 8, 12; Rammelsberg Nr. 1, 5, 7, 8) $= 3,_{13} : 2,_{19} : 1 : 0,_{487} = 12,_{52} : 8,_{78} : 4 : 1,_{948} = 12 : 9 : 4 : 2$. Die Zusammensetzung des Orthits würde dann folgenden allgemeinen Formeln entsprechen:

$$2\,(2RO \,.\, SiO_2) + 3\,R_2O_3 \,.\, 4\,SiO_2 + H_2O = Si_6\,(R_2)_3\,R_4\,H_2\,O_{26}$$
und $$2\,(2RO \,.\, SiO_2) + 3\,R_2O_3 \,.\, 4\,SiO_2 + 2\,H_2O = Si_6\,(R_2)_3\,R_4\,H_4\,O_{27},$$

in welchen Formeln $R_2 = \frac{3}{15}Fe_2,\ \frac{5}{15}Al_2,\ \frac{5}{15}Ce_2$*) und $R = \frac{2}{3}Fe,\ \frac{1}{3}Ca$.

In wie weit diese beide Orthitgruppen selbständig sind, lässt sich nicht sicher bestimmen. Die erste Formel scheint jedoch für den Orthit in seinem ursprünglichen Zustand gelten zu müssen, denn sie ist übereinstimmend mit derjenigen, welche nach den Untersuchungen von Ludwig, Tschermak u. a. dem Epidot zukommt.

II. Untersuchung des Vasit.

Dieses Mineral ist schwarzbraun, glänzend und mit einem rothen Mineral, in welches es übergeht, verwachsen; in dünnen Splittern durchscheinend. Strich der braunen Varietät kaneelbraun, der rothen hell gelbbraun; in Salzsäure leicht löslich.

	A) Schwarzbrauner Vasit		B) Rother Vasit.	
	Proc.	O	Proc.	O
SiO_2	= 32,75	17,47	38,40	20,48
Al_2O_3	= 11,45	5,39	15,65	7,36
Fe_2O_3	= 17,21	5,16	10,97	3,29
Ce_2O_3	= 3,64	0,54	4,19	0,62
Di_2O_3	= 3,46	0,49	4,42	0,62
La_2O_3	= 4,64	0,68	3,50	0,52
Y_2O_3	= 3,77	0,80	3,52	0,74
Er_2O_3	= 2,22	0,27	1,93	0,24
CaO	= 7,95	2,27	3,60	1,03
H_2O	= 11,95	10,64	13,97	12,42
ThO_2	= 0,98	0,12	0,94	0,11
	100,02		101,09	

Aus diesen Analysen geht aber hervor, dass der Vasit nur ein sehr verwitterter Orthit ist.

III. Untersuchung des Erdmannit.

Dieses Mineral kommt mit Melinophan zusammen auf Stokö in Norwegen vor. Farbe dunkel lauchgrün, in dünnen Splittern durchscheinend mit hellerer Farbe. H. niedriger als die des Feldspath. Im Glaskolben erhitzt giebt es Wasser ab; leicht in Salzsäure löslich. Mit Alkohol und Schwefelsäure Borsäurereaktion. S. G. = 3,386.

---

*) $Ce_2 = Ce_2, Di_2, La_2, Y_2, Er_2$ in wechselnder Quantität.

Digitized by Google

SiO_2	= 25,15
ZrO_2	= 2,14
Fe_2O_3	= 3,01
Ce_2O_3	= 9,00
$Di_2La_2O_3$	= 8,66
Y_2O_3	= 1,64
Er_2O_3	= 0,50
FeO	= 3,16
CaO	= 18,78
BeO	= 3,16
K_2O	= 0,42
Na_2O	= 1,02
H_2O	= 5,25
ThO_2	= 9,03
B_2O_3	= 8,18
Summa	100,00

Die Formel des Minerals steht vielleicht derjenigen des Datolith am nächsten, also $R_2Si_2 + Be_2SiO_5 + 3H_2O$.

Von diesem Mineral (wahrscheinlich dem von Esmark aufgestellten Erdmannit) lagen unvollständige Analysen von Blomstrand und Nobel und eine vollständigere Analyse von Michaelson vor; nach dem letzten Forscher nannte es Dana: Michaelsonit. —

IV. Untersuchung des Tritomit.

Das Mineral war derb, dunkel rothbraun, und fand sich mit Leukophan verwachsen.

	No. 1. Brevig. Sp. G. = 4,178 Proc.	O.	No. 2. Barkevig. Sp. G. = 4,045 Proc.	O.
Ta_2O_5	= 1,15	0,21	1,11	0,20
SiO_2	= 13,54	7,22	13,50	7,25
ZrO_2	= 1,09	0,29	1,03	0,27
ThO_2	= 9,52	1,14	8,59	1,03
CeO_2	= 11,69	2,33	11,26	2,12
Ce_2O_3	= 10,65	1,58	8,14	1,21
La_2O_3	= 16,31	2,40	21,56	3,17
Di_2O_3	= 5,57	0,78	4,76	0,38
Y_2O_3	= 2,97	0,63	2,58	0,55
Fe_2O_3	= 1,67	0,50	1,55	0,47
Mn_2O_3	= 0,67	0,20	0,34	0,10
Al_2O_3	= 1,18	0,55	0,88	0,41
B_2O_3	= 7,31	5,01	8,37	5,74
CaO	= 7,04	2,01	6,97	1,99
Na_2O	= 1,40	0,36	0,71	0,18
H_2O	= 6,40	5,70	6,48	5,76
Fl	= 4,29	= 1,81	3,15	= 1,33
	102,44		101,06	
$\div O = 2Fl$	1,81		1,33	
Summa	100,63		99,73	

Digitized by Google

Das Sauerstoffverhältniss ist für $(SiO_2 + ZrO_2 + Ta_2O_5) : (RO_2 + R_2O_3 + RO + H_2O)$ in No. 1 = 7,72 : 23,19, in No. 2 = 7,72 : 23,11 = 1 : 3. Die Formel wird also:

$$3\,(H_2O + \tfrac{2}{5}\,RO + \tfrac{3}{10}\,RO_2 + \tfrac{2}{5}\,R_2O_3)\,.\,2\,SiO_2$$

in welcher $RO = CaO$, $RO_2 = \frac{1}{2}\,ThO_2 + \frac{2}{3}\,CeO_2$, $R_2O_3 = \frac{1}{2}\,B_2O_3 + \frac{1}{2}\,Ce_2O_3$ *).

In Nr. 1 ist $\frac{1}{15}$, in No. 2 $\frac{1}{25}$ des Sauerstoffs durch Fluor ersetzt.

Eine unvollständige Analyse des in deutlichen Krystallen auftretenden Tritomit von Lamö zeigte ähnliche Resultate. Die früheren Analysen von Berlin, Forbes und Möller waren unvollständig, und der Gehalt von Fluor, Borsäure und Thorerde nicht beobachtet.

V. Untersuchung des Arrhenit.

Bei Ytterby kommt mit Fergusonit und Cyrtolith zusammen ein von Nordenskiöld »Arrhenit« genanntes Mineral vor (Privatmitthеilung). Dasselbe sieht ungefähr wie rother Feldspath aus; es wird von Schwefelsäure unter Rücklassung eines weissen Pulvers zersetzt. Sp. G. = 3,68.

Nb_2O_5	= 2,67
Ta_2O_5	= 21,28
SiO_2	= 17,65
ZrO_2	= 3,42
Fe_2O_3	= 1,87
Al_2O_3	= 3,88
$Ce_2(Di_2La_2)O_3$	= 2,59
Y_2O_3	= 22,06
Er_2O_3	= 11,10
CaO	= 5,22
BeO	= 0,74
H_2O	= 6,87
	100,35

Der Arrhenit scheint nur ein Zersetzungsprodukt zu sein. —

Bei der Analyse des Vasit wurde dasselbe Verfahren, wie für den Orthit, bei der Untersuchung der übrigen Mineralien besondere Methoden angewendet. — Für die Berechnung der Analysen wurden folgende Atomgewichte gebraucht: $Ce = 138$; $Di = 147$; $La = 139$; $Y = 89{,}5$; $Er = 170{,}5$; $Zr = 90$; $Th = 234$.

Ref.: W. C. Brögger.

8. A. E. Nordenskiöld (in Stockholm): **Mineralogische Mittheilungen.** Geol. För. Förhandl. Bd. IV. No. 1. S. 28—32).

5. Cleveït, ein neues Yttro-Uranmineral, von dem Feldspathbruch bei Garta, in der Nähe von Arendal (Norwegen).

Krystallsystem regulär: $\infty O \infty$ (100), oft mit Abstumpfungen ∞O (110) und O (111). Folgende Analyse wurde von Herrn G. Lindström ausgeführt:

*) $Ce_2O_3 = \frac{1}{6}\,(Ce_2O_3,\ Di_2O_3,\ La_2O_3,\ Y_2O_3) + \frac{1}{6}\,(Fe_2O_3,\ Mn_2O_3,\ Al_2O_3)$.

Digitized by Google

U_2O_3	40,60
UO	23,07
PbO	10,92
Fe_2O_3	1,02
Y_2O_3, Er_2O_3	9,99
Ceritoxyde	2,95
ThO_2	4,60
CaO	0,86
MgO	0,14
H_2O und Spur von CO_2	4,96
Nicht löslich	2,34
	100,75

Die in der Analyse gefundene Kalkerde und Talkerde rühren ohne Zweifel von eingemischtem Calcit her; werden dieselben mit dem Ungelösten abgezogen, so erhält man folgende Zusammensetzung:

		O.	
U_2O_3	42,04	7,06	
Y_2O_3	6,57	1,45	
Er_2O_3	3,47	0,43	10,15
Ceritoxyde	2,33	0,34	
Fe_2O_3	1,05	0,31	
ThO_2	4,76	0,56	
UO	23,89	2,83	3,64
PbO	11,31	0,81	
H_2O	4,28	3,80	3,80
	100,00		

Diese Analyse würde dann vielleicht der Formel

(UO, PbO). $(U_2O_3, Fe_2O_3, Y_2O_3, Er_2O_3, Ce_2O_3, ThO_2) + H_2O$

entsprechen.

Das Mineral ist also wahrscheinlich ein durch Wasseraufnahme verändertes Glied der Spinellgruppe.

In Salzsäure unter Ausscheidung von Chlorblei leicht löslich. Unschmelzbar. Im Kolben giebt es Wasser ab. Mit Phosphorsalz eine grüne Perle, welche erst nach längerem Blasen in *Ox. Fl.* gelb wird. — Sp. G. = 7,49 (20^0). H. = 5,5. Eisenschwarz, undurchsichtig, matt und wenig glänzend. Strich schwarzbraun.

Krystalle sind selten; gewöhnlich nur unregelmässige Körner. Fundort Garta bei Arendal, in schmutzigbraunen Feldspath eingewachsen. Das Mineral wird ausserdem von folgenden Mineralien begleitet: Quarz, Glimmer, Orthit in z. Th. bis $^1/_2$ Meter grossen Krystallen und derb, Fergusonit, Thorit, einem unbestimmten Mineral (Xenotim?), Kalkspath, Uranocker, einem Uransilikat (?), endlich

Yttrogummit.

Mit diesem Namen könnte man vielleicht vorläufig ein Endprodukt der Verwitterung des Cleveït bezeichnen. Es sieht ungefähr wie Orangit aus, ist stark glänzend, durchscheinend, wasserhaltig, besteht aus Y_2O_3, U_2O_3 m. m. $H = 5$. Doppelbrechend. Ref.: W. C. Brögger.

Digitized by Google

4. Hj. Sjögren: „Ueber einige Wismuthmineralien von Nordmarks Gruben in Wermland." (Geol. För. Förhandl. Bd. IV. No. 4. S. 106 — 111.)

I. Wismuth.

In einer wesentlich aus Bleiglanz bestehenden Grundmasse kam gediegenes Wismuth in »Mossgrufva« eingesprengt vor.

Bi . . .	63,84
Pb . . .	28,65
Fe . . .	2,46
S . . .	5,18
	100,83

II. Bjelkit.

Feinstrahlig oder grobstrahlig, stahlgrau, Strich grauschwarz. $H = 2,5—3$. Sp. G. $= 6,39 — 6,75$. In rauchender Salpetersäure unter Rücklassung von weissem $PbSO_4$ löslich.

Analysen:

	I	II
Unlösliche Gesteinsmasse .	2,19	
Bi . . .	41,55	41,86
Pb . . .	40,10	39,19
Fe . . .	0,67	1,32
S . . .	15,98	16,48
	100,49	98,85

Das Blei wurde als Sulfat bestimmt, das Wismuth mit H_2S gefällt, die Fällung in Salpetersäure gelöst und nach dem Glühen als Oxyd bestimmt; der Schwefel wurde für sich bestimmt. Wenn man in der ersten Analyse das Ungelöste abzieht, und in beiden Analysen die Zusammensetzung pr. C. berechnet, erhält man:

	I	II
Bi . . .	42,45	42,35
Pb . . .	40,96	39,65
Fe . . .	0,68	1,33
S . . .	15,91	16,67
	100,00	100,00

Die Analysen entsprechen der Formel $2PbS \cdot Bi_2S_3$ oder $Pb_2Bi_2S_5$, welche fordert: 42,25 *Bi*, 41,65 *Pb*, 16,10 *S**). — Fundort: Kogrube oder Bjelkes Grube.

Der Bjelkit ist also mit dem Cosalit identisch.

III. Galenobismutit.

Derb. Farbe zinnweis; stark metallisch glänzend. Strich glänzend, Pulver grauschwarz. H. 3—4. Sp. G. $= 6,88$. — In Salzsäure schwer, in Salpetersäure leicht löslich.

---

*) Die frühere Analyse des Bjelkit, von Dr. Lundström (S. diese Zeitschrift 1, 417, Anm.) ist wahrscheinlich mit einem durch Magnetkies verunreinigten Material ausgeführt, daher der hohe Eisengehalt und die abweichenden Procentzahlen von *Bi*, *Pb* und *S*, welche auf die Formel $3(FeS + 2PbS) \cdot Bi_2S_3$ führten.

Digitized by Google

	I	II
Bi . . .	54,69	54,13
Pb . . .	27,65	27,18
S . . .	17,35	16,78
Fe . . .	Spur	Spur
	99,69	98,09

Diese Analysen entsprechen der Formel: $PbS \cdot Bi_2S_3$ oder $PbBi_2S_4$, welche fordert: 55,62 *Bi*, 27,43 *Pb*, 16,95 *S*.

Fundort: Kogrube, woselbst sich auch Bismutit findet.

Sowohl in dem Bjelkit als in dem Galenobismutit kommt gediegenes Gold eingesprengt vor. Ref.: W. C. Brögger.

5. Ders.: „Ein Baryt- und Mangan-haltiger Kalkspath von Langbans Gruben." (Ibid. S. 111—112.)

Röthliche erbsengrosse Körner mit deutlicher romboëdrischer Spaltbarkeit in weissem körnigem Kalkspath eingewachsen. Eine Analyse gab:

$BaCO_3$ . . .	2,04
$MnCO_3$ . . .	10,06
$CaCO_3$ . . .	87,14
	99,24

Ref.: W. C. Brögger.

6. Anton Sjögren: Mineralogische Notizen. V. (Ibid. No. V. S. 156—163.)

Das Vorkommen von Manganmineralien in Nordmarken.

Das Vorkommen ist wie früher erwähnt ein Gang, auf welchem folgende Mineralien auftreten:

1) Manganosit mit Hausmannit und Kalkspath zusammen, bisweilen vollständig frisch als mikroskopische Krystalle in Kalkspath, Brucit oder Dolomit eingewachsen; Comb. *O*, ∞*O* oder selten ∞*O*∞, *O*.

2) Pyrochroit, blättrige Massen mit Kalkspath, Manganspath u. s. w.. zum Verwittern sehr geneigt. Selten Krystalle, von 3—4 mm Länge, 1—1½ mm Diam., 6 seitige Prismen mit Basis; Farbe weiss, auf 0*P* Perlmutterglanz, sonst Glasglanz. Die Krystalle behalten in gewöhnlicher Temperatur ihre Farbe ziemlich lange, durch selbst unbedeutende Erwärmung werden sie gleich oxydirt. Approx. Analyse gab: H_2O 20,6, *MnO* 75,3 (Hj. Sjögren).

3) Brucit mit Manganosit in Kalkspath, weiss, seidenglänzend.

4) Hausmannit ist auf dem Gang das häufigste Mineral, mit Manganosit in Kalk-, Talk- und Manganspath.

5) Olivin, wahrscheinlich sehr manganreich, in kleinen, mikroskopischen Körnern mit dem Pyrochroit zusammen.

6) Manganspath auf Drusenräumen in Hausmannit- und Kalkspathmassen. —

Ausserdem: 7) Tungspath, 8) mikroskopische Krystalle von gelbbrauner Hornblende, 9) Granat in Krystallen, ∞*O*, grüngelb. Analyse von Dr. C. H. Lundström:

Digitized by Google

SiO_2 . . .	34,04
Fe_2O_3 . . .	30,29
CaO . . .	30,10
MgO . . .	2,05
MnO . . .	1,20
Glühverlust .	1,63
	99,31

In der Bildung der erwähnten Mineralien glaubt der Verfasser zwei Stadien unterscheiden zu können:

a) die Bildung des Manganosit und des Brucit in dem Kalkspath (Analogon: Bildung von Periklas in Kalkspath).

b) Durch oxydirende und hydratisirende Umwandlung der drei eben aufgeführten Mineralien ist aus dem Manganosit und dem Kalkspath theils Pyrochroit, theils Manganspath gebildet. Der Brucit ist theilweise zerstört, theilweise unverändert geblieben. Endlich ist Olivin gebildet. Der Gang von Mosogrufva (Nordmarken) zeigt, dass die Oxydation nach gewissen Spaltrichtungen, ausserhalb welchen die Mineralien unverändert blieben, stattgefunden hat.

Zusatz von A. E. Nordenskiöld. Die im Riksmuseum vorhandenen Stufen von Nordmarken zeigen, dass der Pyrochroit auch in derben, dichten erbsengrossen Kugeln, durch ein Gemenge von Calcit, Hausmannit und Manganosit zu einem Aggregat verbunden, vorkommt. Sie sind im frischen Bruch blauweiss, an der Luft werden sie bald geschwärzt. Folgende Analysen wurden von Herrn L. Stahre ausgeführt:

A. Krystallinischer Pyrochroit von perlgrauer Farbe.

B. Derber Pyrochroit in Kugeln.

	A.	B.
MnO	76,56	77,67
FeO	0,47	0,20
CaO	0,29	Spur
MgO	2,39	1,33
H_2O	18,57	20,00
CO_2	1,99	1,07
	100,27	100,27

Ref.: W. C. Brögger.

7. J. Waller: Analyse von Demantoid (Kalkeisengranat) vom Ural (Ibid. Bd. IV. Nr. 6 S. 184—187), mitgetheilt durch A. E. Nordenskiöld). Fundort: Bobrowka, in der Nähe von Poldnewaju im Sissersker Bezirk, Sibirien. Schön glänzend, rein grün bis gelbgrün.

	I.	II.	III.
SiO_2	35,85	35,58	35,65
Fe_2O_3	29,94	29,81	30,12
Al_2O_3	0,19	0,19	0,20
FeO	1,25	1,25	1,25
CaO	32,56	32,12	32,32
MgO	0,08	0,08	0,07
K_2O	0,25	0,25	0,26
Na_2O	0,62	0,04	0,62
	100,74	99,32	100,49

Digitized by Google

Das Mineral ist also ein typischer Kalk-Eisen-Granat. Vergl. d. Analyse von Rammelsberg, d. Zeitschr. 8, 102.

Ref.: W. C. Brögger.

A. E. Nordenskiöld: Mineralogische Mittheilungen 6. — (Ibid. B. IV. Nr. 2, S. 45—61, Nr. 3, S. 73—85, Nr. 4, S. 88—95 und Nr. 5, S. 117—155.) Enthalten nur Mittheilungen von drei Meteoriten-Fällen.

Ref.: W. C. Brögger.

S. G. Lindström: Analysen von einigen bei Ställdalen 28. Juni 1876 gefallenen Meteoriten (Ofversigt of Kongl. Vetenskaps Academiens Förhandlingar 1877. Stockholm 1878). Von den Analysen haben folgende mineralogisches Interesse:

	Olivin	Bronzit
SiO_2	36,76	57,37
H_3PO_4	0,83	0,07
Al_2O_3	0,13	5,07
FeO	20,35	8,03
NiO	0,60	—
MnO	—	0,63
CaO	0,64	3,41
MgO	40,47	23,54
Na_2O	0,18	1,38
K_2O	0,16	0,23
Cl	0,13	—
	100,25	99,73

Ref.: W. C. Brögger.

9. V. von Zepharovich (in Prag): **Die Krystallformen der β-Bibrompropionsäure, des Kupfer- und des Bariumpropionates.** (Im Auszuge a. d. Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wiss. 77 (2), Mai 1878, vom Verf. mitgetheilt.)

β-Bibrompropionsäure $C_3H_4Br_2O_2$.

Die zuerst von G. Münder und B. Tollens durch Oxydation des Allylalkoholbromids $C_3H_6Br_2O$ mittelst Salpetersäure, dann von E. Linnemann und C. Tenl durch Oxydation des Acroleinbromids $C_3H_4Br_2O$ gleichfalls mittelst Salpetersäure erhaltene β-Bibrompropionsäure besitzt zwei physikalisch-isomere Modificationen, welche durch verschiedene Formen und Schmelzpunkte ausgezeichnet sind. Die bei niederer Temperatur bei + 51° C. schmelzenden, wasserhellen, nadelförmigen Krystalle der einen (labilen) Modification, werden, dem directen Sonnenlichte ausgesetzt, bald weiss und undurchsichtig, indem sie sich in die zweite (stabile), bei + 64° C. schmelzende Modification, welche in tafelförmigen Krystallen auftritt, umgewandelt haben. Eine 3 mm lange, pellucide Nadel hatte sich innerhalb einer Stunde vollständig umgeändert, indem die Trübung von den beiden Enden gegen die Mitte hin, vorschritt. Gegen die Einwirkung des Lichtes geschützt, erhielten sich in meiner Verwahrung die Nadeln der labilen Modification mehr als zwei Jahre scheinbar unverändert.

Digitized by Google

B. Tollens bezeichnet die bei 64° schmelzende β-Bibrompropionsäure mit βα, die bei 51° schmelzende Modification mit ββ; er fand, dass sich die letztere bilde, wenn die βα-Säure weit über ihren Schmelzpunkt erhitzt wurde, während die nur wenig über 64° erhitzte Säure als βα-Modification erstarrte und dass sich die ββ-Säure in offenen Schalen, beim Manipuliren, Pressen u. s. w., sowie besonders bei der Berührung mit βα-Säure nach einiger Zeit in die bei 64° schmelzende Modification umwandle, während sie in zugeschmolzenen, engen Röhren oder in mit Deckglas versehenen Präparaten längere Zeit unverändert bleibe.

Unter dem Mikroskope beobachtete Tollens die Bildung von rhombischen Täfelchen der βα-Form oder aber von nahezu quadratischen Täfelchen oder Nadeln der ββ-Form, je nachdem die auf dem Objectträger geschmolzene β-Säure mit Krystallen der einen oder der anderen Form in Contact gebracht wurde. Fand in der Schmelze die Bildung der βα- und der ββ-Form von zwei Stellen aus statt, so wuchsen die Krystalle der βα-Säure durch jene der ββ-Säure, also der labilen Modification, hindurch und erreichten langsam das Ende des Präparates, so dass von der ursprünglichen Krystallisation der bei niederer Temperatur schmelzenden ββ-Säure nur Andeutungen in den langen Strahlen der βα-Säure sichtbar blieben.*)

Diese mikroskopischen Beobachtungen wurden von O. Lehmann vollkommen bestätigt; er fügte noch hinzu, dass durch Erwärmen das Weiterwachsen der βα-Krystalle anfangs beschleunigt, dann verzögert wurde, bis schliesslich die ββ-Krystalle in Folge ihres niedrigen Schmelzpunktes in den flüssigen Zustand übergingen, und bemerkte, dass fast stets zwischen den beiderlei Krystallen eine dünne Flüssigkeitsschichte, wohl eine Spur von Lösungsmittel übrig blieb.**)

Von E. Linnemann und C. Tenl wurde die aus Schwefelkohlenstoff umkrystallisirte β-Bibrompropionsäure in bei + 64°C. schmelzenden tafeligen Krystallen erhalten, welche, dem Habitus nach, als dem monosymmetrischen Systeme angehörig, erkannt wurden. Sie fanden, dass diese Krystalle geschmolzen, in Capillarröhren aufgesogen und erstarren gelassen, nunmehr bei + 51° schmelzen (79 von 83 Röhrchen) und dass die so geschmolzene Substanz bei anhaltendem Erhitzen auf 55° C. zuweilen wieder fest werde, um nun erst bei + 64° C. zu schmelzen. Sie schlossen, dass diesen verschiedenen Schmelzpunkten eine verschiedene Krystallform entspreche und in der That konnte aus der Lösung der bei 51° schmelzenden Bibrompropionsäure in erwärmter Salpetersäure die zweite Krystallform erhalten werden; es gelingt dies jedoch nur äusserst selten, da in der Regel sich auch unter diesen Umständen Krystalle der bei 64° schmelzenden Form bilden.***)

Das Materiale der folgenden Untersuchungen verdanke ich Herrn Prof. E. Linnemann.

β-Bibrompropionsäure (βα).

Stabile Form. Schmelzpunkt + 64° C.

Monosymmetrisch: $a : b : c = 1{,}5160 : 1 : 1{,}3339$

$\beta = 61° 28'$.

Beobachtete Flächen:

---

*) Ann. d. Phys. u. Chem., (1878), **91**, 222, 241. Ber. d. d. chem. Ges. zu Berlin, (1875), **8**, 1452.

) Diese Zeitschr. **1, 125.

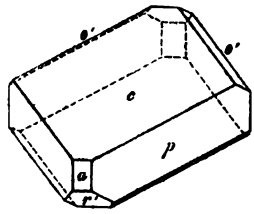
***) Ber. d. d. chem. Ges., **8**, 1097.

Digitized by Google

$c = (001)\ oP$, $a = (100)\ \infty\breve{P}\infty$, $r' = (\bar{1}01)\ \breve{P}\infty$,
$p = (110)\ \infty P$, $\pi = (210)\ \infty\breve{P}2$, $o' = (\bar{1}12)\ \frac{1}{2}P$.

Aus den Lösungen in Schwefelkohlenstoff krystallisirt die Säure in rhombischen Täfelchen mit schief angesetzten Seitenflächen, (001) und (110), an denen stets ($\bar{1}01$), seltener ($\bar{1}12$), die beiden letzteren Formen untergeordnet, auftreten, während nur ausnahmsweise (100) und (210) in stets schmalen Flächen erscheinen *).

Fig. 1.



Die Täfelchen erreichen bis 6 mm Länge, 3 mm Breite und 2 mm Höhe; sie sind in der Regel zu fächerförmigen oder halbkugeligen Gruppen vereint, — in Folge dieser Aggregation, wobei gewöhnlich die Makrodiagonalen der rhombischen Tafeln radial angeordnet sind, ist in den meisten Fällen die parallele Lage der Gegenflächen in ansehnlicher Weise gestört, so dass die Messungen gleichnamiger Kanten an einzelnen Krystallen Abweichungen bis 2^0 und darüber ergaben. Ueberdies sind die Flächen, insbesondere von (110) häufig convex oder gebrochen und so wie jene von (001) wenig glänzend. Die goniometrischen Bestimmungen waren daher in der Mehrzahl unsicher und ungenau **).

Für die Rechnung wurden die folgenden, aus einer grösseren Zahl von Beobachtungen abgeleiteten Werthe benützt:

(001) : (110)	= 73° 20′	(Z) 27
(110) : ($\bar{1}$10)	= 73 48	17
(001) : ($\bar{1}$01)	= 53 8	18.

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerthe
c (001) : a (100)	61°28′	—	—	—
p (110)	73 20	73° 5′	17	72°15′ — 73°40′
$'p$ ($\bar{1}$10)	106 40	106 14	10	105 30 — 106 46
p (110) : $'p$ ($\bar{1}$10)	73 48	73 43	7	73 30 — 74 26
$'p$ (1$\bar{1}$0)	106 12	106 7	10	105 21 — 106 34
π(210) : c (001)	66 34	65 58	1	—
π'(2$\bar{1}$0)	67 19	67 15	2	66 30 — 68 1
p (110)	19 26	18 43	3	17 48 — 19 42
$'r$($\bar{1}$01) : c (001)	53 8	53 8	18	52 3 — 54 37
$'a$ ($\bar{1}$00)	65 24	65 24	1	—
$'p$ ($\bar{1}$10)	75 32	75 13	5	74 57 — 75 37
$'o$ ($\bar{1}$12) : c (001)	41 38	41 26	5	40 18 — 43 1
$'p$ ($\bar{1}$10)	63 2	64 46	5	63 16 — 66 35
$'r$ ($\bar{1}$01)	42 10	42 2	1	—

*) Die gleichen typischen Flächen wurden auch von Linnemann beobachtet (Ber. d. d. ch. Ges. 8, 1099). Von Tollens wurden die $\beta\alpha$-Krystalle als schöne rhombische an Chloralhydrat erinnernde Tafeln von mehreren mm Seitenlänge beschrieben und deren Winkel mit 66—67° und 116—117° angegeben, welche annähernd unseren Seitenflächen o' oder π entsprechen würden. $\bar{1}12 : \bar{1}12 = 67°\,21'$; $2\bar{1}0 : 210 = 67°\,15'$.

**) Aus der Lösung der Bibrompropionsäure in Salpetersäure bei 55° C. erhielt Linnemann Krystalle, welche mit jenen aus Schwefelkohlenstoff übereinstimmten — rhombische Schüppchen oder nach der Verticalaxe verlängerte Säulchen.

Digitized by Google

Die Symmetrie-Ebene ist die Ebene der optischen Axen; ein Axenbild ist circa 30^0 seitlich von der Normale auf (001) im stumpfen Winkel β sichtbar.

β-Bibrompropionsäure ($\beta\beta$)

Labile Form. Schmelzpunkt + 51° C.

Monosymmetrisch: $a : b : c = 0{,}9682 : 1 : ?$

$\beta = 88^0\,11'$

Beobachtete Flächen: $c = (001)\ oP$, $p = (110)\ \infty P$.

Die aus salpetersaurer Lösung erhaltenen Krystalle sind vierseitige Säulchen mit einer Endfläche, bis 3 mm Höhe, bei $1\frac{1}{2}$ mm Breite erreichend, deren sämmtliche Kantenwinkel nahezu rechtwinkelige sind.

An 17 Kryställchen wurde gefunden:

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerthe
$c(001) : p(110)$	$88^0\,40\frac{1}{2}$	$88^0\,39$	21	$87^0\,47 - 89^0\,13'$
$'p(\bar{1}10)$	$91\ 19\frac{1}{2}$	91 18	21	90 24 — 91 50
$p(110) : p'(1\bar{1}0)$	88 7	88 5	17	87 14 — 88 46
$'p(1\bar{1}0)$	91 54	91 54	17	91 12 — 92 39

Berücksichtigt man nur die besseren Bestimmungen, so ergeben sich $cp = 88^0\,41\frac{1}{2}'$ und $'pp = 88^0\,7'$ aus 9 und 13 Messungen, auf welche Daten sich die obigen Elemente beziehen*).

Die Verticalflächen reflectirten gewöhnlich etwas besser als die Endflächen; von den letzteren aus erstreckten sich häufig in das Innere der Säulchen zwei trichterförmige Hohlräume mit fast quadratischer Basis, deren Spitzen sich nahe kamen, oder es war nur eine Endfläche die Basis einer solchen Höhlung. Dass im Sonnenlichte die Umänderung der Säulchen in die andere (stabile) Form von den Endflächen aus stattfinde, wurde bereits erwähnt.

Aus diesen Umständen war eine verschiedene morphologische Bedeutung der End- und Seitenflächen zu entnehmen und die nach den Ergebnissen der Messungen zulässige Deutung der Krystalle, als nach einer Kantenrichtung säulig gestreckte Rhomboëder, ausgeschlossen. Die Reflexe der Flächen waren sehr unvollkommene, und daher nur approximative Messungen mit stark differirenden Werthen möglich.

Im Stauroskop zeigte sich auf den Prismenflächen eine Auslöschungsrichtung unter circa 47^0 gegen die Prismenkante geneigt.

Kupfer- und Bariumpropionat.

Von Schabus wurde eine Isomorphie dieser beiden Verbindungen angenommen, welche sich nicht bestätigt fand. Zur Messung lagen gut spiegelnde Krystalle vor, die von Dr. J. Kachler in Wien mittelst sogen. synthetischer Propionsäure (aus Cyanaethyl und Kali bereitet) dargestellt wurden.

---

*) An den beiden Formen der β-Bibrompropionsäure ist die grosse Aehnlichkeit der Kantenwinkel in zwei verschiedenen Zonen bemerkenswerth:

I $(\beta\alpha)$. $cp = 73^0\,20'$
$'pp = 73^0\,48$
II $(\beta\beta)$. $cp = 88^0\,41'$
$pp' = 88^0\,7$

Digitized by Google

Kupferpropionat.

$(C_3 H_5 O_2)_2 Cu + aq.$

Monosymmetrisch. $a : b : c = 0{,}8739 : 1 : 0{,}8860$

$\beta = 85^0\ 38'.$

Beobachtete Formen: $(001)\,oP$, $(100)\,\infty\breve{P}\infty$, $(010)\,\infty\breve{P}\infty$, $(011)\,\breve{P}\infty$, $(110)\,\infty P$, $(\bar{1}11)\,P$, $(\bar{1}12)\,\frac{1}{2}P$.

Die Messungen stehen in Uebereinstimmung mit den Angaben von Schabus*), denen auch die obigen Elemente entnommen sind. An einem Krystalle wurde die früher nicht genannte $(\bar{1}12)\,\frac{1}{2}P$ in den Zonen $(001 . \bar{1}11)$ und $(011 . \bar{1}10)$ beobachtet.

		Schabus	Zepharovich	Berechnet
(011)	(001)	*41° 27½′	41° 27′ (2)	—
(011)	(0$\bar{1}$1)	82 55	82 55 (3)	82° 55′
(011)	(110)	—	61 26 (8)	61 27
(011)	($\bar{1}$10)	—	60 50⅔ (5)	60 50½
(110)	(001)	*86 42½	86 45 (3)	—
(110)	(1$\bar{1}$0)	*82 8½	82 9½ (4)	—
($\bar{1}$11)	(001)	55 28	55 37 (1 approx.)	55 30
($\bar{1}$11)	($\bar{1}$10)	—	37 56 (1 –)	37 47½
($\bar{1}$12)	(001)	—	34 54 (1 –)	34 55½
($\bar{1}$12)	($\bar{1}$10)	—	88 12 (1 –)	88 18½

Unvollkommen spaltbar nach $(001)\,oP$.

Bariumpropionat.

$(C_3 H_5 O_2)_2 Ba + aq.$

Rhombisch. $a : b : c = 0{,}8807 : 1 : 0{,}9487.$

Beobachtete Formen: $c = (001)\,oP$, $b = (010)\,\infty\breve{P}\infty$, $q = (001)\,P\breve{\infty}$, $p = (110)\,\infty P$, $\omega = (221)\,2P$.

Die prismatischen Kryställchen werden durch eine steile Pyramide (221) oder seltener durch die Endfläche (001) vorwaltend abgeschlossen (s. Fig. 2 und 3), im letzteren Falle sind die Formen ähnlich jenen des Kupferpropionates. Die schwach horizontal gerieften Prismenflächen (110) geben in der Zone $(001 . 110)$ häufig zwei Reflexe, deren Entfernung im Maximum 2° erreichte.

Fig. 2.

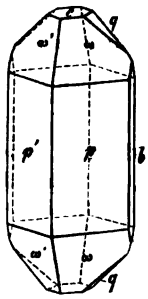
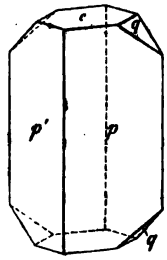


Fig. 3.



		Beobachtet	Z	Berechnet
(001)	(010)	90° 1′	3	90° —
(011)	(001)	*43 29½	12	43 29½′
(011)	(010)	46 31	4	46 30½
(011)	(0$\bar{1}$1)	86 59½	3	86 59
(110)	(010)	*48 38	8	48 38
(110)	(011)	62 59	12	62 57½
(110)	(1$\bar{1}$0)	82 43	8	82 44⅓
(110)	($\bar{1}$10)	97 16½	8	97 15⅔
(221)	(010)	51 24	3	51 23
(221)	(001)	70 47	15	70 47⅔
(221)	(011)	48 3½	4	48 4½
(221)	(110)	19 1	17	19 12⅓
(221)	(2$\bar{2}$1)	77 13	4	77 14
(221)	($\bar{2}$21)	90 46	3	90 45½
(221)	($\bar{2}\bar{2}$1)	141 30	2	141 35½

Spaltb. n. $(010)\,\infty\breve{P}\infty$. Im Stauroskop das Verhalten rhombischer Substanzen.

*) Bestimm. d. Krystallgest. v. Laborat.-Prod. Wien 1855, S. 151; Rammelsberg, Krystallogr. Chemie, II. (1857) S. 162, Fig. 168.

Digitized by Google

Krystalle des Bariumpropionats (Metacetonate de baryte) wurden vor längerer Zeit von Provostaye gemessen und als monosymmetrisch bestimmt*); es ist aber aus mehreren Winkelangaben**) zu entnehmen, dass die Beobachtungen an unvollkommenen Krystallen angestellt wurden, welche ohne Zweifel übereinstimmend waren mit den hier besprochenen.

Zur Vergleichung folgen auch die Messungen von Nicklès an schlecht spiegelnden Krystallen des butter-essigsauren Baryt, aus deren Concordanz mit jenen Provostaye's auf die Identität der Propionsäure und der Butteressigsäure geschlossen wurde.

	Provostaye	Nicklès	Zepharovich
(011) (001)	$\begin{cases} 43^0\ 28' \\ 43\ 56 \end{cases}$	43 (*ca*)	$43^0\ 29\frac{1}{2}'$
(011) (010)	$\begin{cases} 46\ 25 \\ 47\ (ca) \end{cases}$	—	$46\ 30\frac{1}{2}$
(110) (010)	48 45	48 30	48 38
(110) (011)	$\begin{cases} 62\ 25 \\ 63\ 35 \end{cases}$	63 (*ca*)	$62\ 57\frac{1}{2}$
(110) ($\bar{1}$10)	97 30	97 30	$97\ 15\frac{3}{5}$

A. Strecker fand am Bariumpropionat die gleichen Formen wie Provostaye; das Krystallsystem wurde als rhombisch und die beobachteten Flächen (ohne Winkelangaben) als $\infty P\breve{\infty}$, $P\breve{\infty}$, $\breve{\infty}P$, oP bestimmt***). Schabus†) verglich seine Messungen des Kupferpropionats mit den Messungen des Bariumpropionat von Provostaye, fand eine grosse Formähnlichkeit der beiden Verbindungen und nahm eine Isomorphie derselben als sehr wahrscheinlich an††). Die von Schabus hervorgehobene grosse Aehnlichkeit beschränkt sich aber auf die Prismenzone mit nahezu gleichgeneigten Flächen, während die Kanten (011) (001) um 2^0 und (011) (110) um ca. $1\frac{1}{2}^0$ und 4^0 differiren. Die letzteren Kanten wurden am Kupferpropionat von Schabus weder berechnet noch gemessen. Es sind demnach die Krystalle des Barium- und des Kupferpropionat wohl ähnlich, aber nicht isomorph, erstere sind rhombisch, letztere monosymmetrisch; das Verhältniss der Axen ist bei beiden nahe übereinstimmend:

Kupferpropionat : $a : b : c = 0{,}8739 : 1 : 0{,}8860$, $\beta = 85^0\ 38'$
Bariumpropionat : $a : b : c = 0{,}8807 : 1 : 0{,}9487$ 90 —

10. P. Friedländer (in München): **Krystallographisch-optische Untersuchung des propionsauren Baryt.** Dieses, in der vorigen Nr. von V. von Zepharovich beschriebene Salz ist gleichzeitig auch von mir, und zwar mit übereinstimmenden Resultaten untersucht worden. Ich fand:

$$a : b : c = 0{,}8820 : 1 : 0{,}9552.$$

Beobachtete Flächen (vergl. die Fig. 2 und 3 S. 210): $c = (001)\,oP$, $p = (110)\,\infty P$, $b = (010)\,\infty\breve{P}\infty$, $q = (011)\,\breve{P}\infty$, $\omega = (221)\,2P$, $o = (111)\,P$.

*) Sur l'identité des acides métacétonique et butyro-acétique par Dumas, Malaguti et F. Leblanc (Compt. rend. 25. Bd. (1847) S. 782.

**) $bN(cq) = 43^0 28' + Nh(qb) = 46^0 25' = 89^0 53'$ und $bM(cq') 43^0 56' + Mh'(q'b') 47^0 0' = 90^0 56'$.

***) Ann. d. Chem. u. Pharm. (1854), **92**, 87.

†) a. a. O. S. 153.

††) S. a. Rammelsberg a. a. O. S. 161; Ditscheiner, Revision u. s. w. Wien. Ak. d. Wiss. 1863, **48**, 391.

Digitized by Google

Bei vorherrschendem Auftreten von p und c sind die Krystalle entweder würfelähnlich oder nach p prismatisch; in verschiedenen Krystallisationen wurden noch folgende Ausbildungsweisen beobachtet: Fig. 2 mit nur schmalem ω, dieselbe Form mit mehr vorherrschendem q, Fig. 3 mit so grossen q-Flächen, dass c nur als schmale Abstumpfung erscheint; an einem sehr grossen Krystall waren die Kanten $\omega : c$ abgestumpft durch $(111)P$, dessen Zeichen aus dem Parallelismus seiner Kanten mit $(011)\breve{P}\infty$ ermittelt wurde. Recht gewöhnlich sind die Pyramidenflächen der Krystalle von sehr verschiedener Grössenentwicklung.

		Beobachtet:	Berechnet:
(110)	$(1\bar{1}0)$	*82° 50′	—
(221)	(110)	*19 6	—
(221)	$(2\bar{2}1)$	77 29	77° 23′
(011)	(001)	43 27	43 41

Spaltbarkeit unvollkommen nach (110).

Optische Axenebene $(100)\infty\breve{P}\infty$; Axe b erste Mittellinie. Spitzer und stumpfer Axenwinkel in Oel für Natrium:

$$\left.\begin{array}{l} 2H_a = 84^0\ 12' \\ 2H_o \quad 101\ 54 \end{array}\right\} \text{daraus } 2V = 81^0\ 36'$$
$$\beta = 1{,}5175.$$

Dispersion sehr gering $\varrho > v$; Doppelbrechung negativ.

Die untersuchten Krystalle erhielt ich von Herrn A. Fitz, zugleich mit denjenigen eines eigenthümlichen Doppelsalzes, über welches Derselbe im nächstfolgenden Aufsatze berichtet.

11. A. Fitz (in Strassburg): **Ueber ein Doppelsalz von propionsaurem und essigsaurem Baryt.** Bei einer gewissen Gährung des äpfelsauren Kalkes erhielt ich als Hauptproduct eine Säure, über die ich in den Berichten d. d. chem. Ges. 11, 1897 kurz berichtet habe.

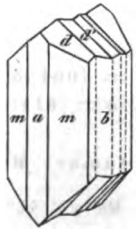
Im Folgenden theile ich die ausführlichen Angaben mit.

Mit der Säure wurde ein Barytsalz bereitet, das ich anfangs für reinen propionsauren Baryt hielt; es gab nämlich eine Probe des Salzes, in das Silbersalz übergeführt, bei der Silberbestimmung 59,8 % Ag, also eine genau auf propionsaures Silber stimmende Zahl (theor. 59,7).

Herr P. Friedländer hatte die Güte, die krystallographische Untersuchung dieses Barytsalzes vorzunehmen und fand Folgendes:

»Krystallsystem: monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}9752 : 1 : 0{,}9008$$
$$\beta = 83^0\ 53'.$$



Die kleinen, unscharf ausgebildeten Krystalle stellen eine Combination von $a = \infty\breve{P}\infty\ (100)$, $b = \infty\breve{P}\infty\ (010)$, $m = \infty P\ (110)$, $d = \breve{P}\infty\ (011)$ dar und sind meist durch Vorherrschen der beiden Pinakoide kurz säulenförmig ausgebildet.

		gemessen:	berechnet:
(100)	(110)	*44° 4′	—
(010)	(011)	*48° 9′	—
(100)	(011)	*85° 26′	—
(011)	(110)	—	66° 11′
(011)	(011)	9° 30′	9° 8′

an Zwillingskrystallen

Fast alle untersuchten Krystalle (s. beistehende Fig.) bilden Zwillinge nach dem

Digitized by Google

Gesetz: Zwillingsebene das Orthopinakoid. Die Zwillingsbildung wiederholt sich häufig an einem Krystall, so dass die Fläche $d\,(011)$ eine feine Streifung erhält. Von den optischen Eigenschaften konnte nur die Schiefe der Auslöschung an Platten senkrecht zur Zwillingsebene bestimmt werden. Dieselbe war $20^0\,10'$ im oberen positiven Octanten gegen die c-Axe geneigt.

Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet.«

Die Krystallform stimmt also auffallenderweise nicht mit der des reinen propionsauren Baryts.

Es war zunächst die Möglichkeit ins Auge zu fassen, dass die verschiedene Krystallform auf verschiedenem Wassergehalt beruhe.

Die in der Literatur vorliegenden Angaben über den Krystallwassergehalt des propionsauren Baryts sind widersprechend; hierzu kommt noch, dass es zweifelhaft sein mag, ob in allen Fällen die von den verschiedenen Autoren für Propionsäure gehaltene Säure wirklich Propionsäure war.

Nach Nicklès verliert »butteressigsaurer« Baryt (Säure erhalten durch Gährung von weinsaurem Kalk) bei 100^0 C. 3,25 % H_2O und bei 200^0 nochmals 2,8 % H_2O; im Ganzen 6,05 %, entsprechend 1 Mol. H_2O (theor. 6,1) *).

Nach Wrighton verliert propionsaurer Baryt (Säure dargestellt aus Cyanäthyl) bei 100^0 6,0 % H_2O**).

Nach Strecker verliert propionsaurer Baryt (Säure erhalten durch eine eigenthümliche Gährung aus Zucker) bei 100^0 6,1 % H_2O***).

Nach Wislicenus giebt propionsaurer Baryt (Säure erhalten aus Brenztraubensäure) nach dem Trocknen bei 100^0 den berechneten Ba-Gehalt, verliert also bei 100^0 alles Wasser †).

Nach Linnemann verliert propionsaurer Baryt (Säure dargestellt aus Propionitril) bei 100^0 alles Wasser††).

Ganz neuerdings macht H. Schröder die Angabe, dass propionsaurer Baryt (Kahlbaum'sches Präparat) bei 105^0 nicht alles Wasser verliert, sondern erst bei 140^0†††).

Diese widersprechenden Angaben waren zunächst zu prüfen.

Zu den Versuchen wurde reiner propionsaurer Baryt, von Kahlbaum bezogen, verwandt. Derselbe wurde noch einmal umkrystallisirt und zeigte die rhombische Krystallform des propionsauren Baryts (vergl. oben S. 211).

Bei drei verschiedenen Versuchen verlor dieses Salz bei 100^0 C. 3,1, 3,2 und 3,2 % H_2O; beim Erhitzen auf 125^0 nimmt es langsam weiter an Gewicht ab; bei 140^0 findet die Gewichtsabnahme rasch statt, und zwar verlor es bei 140^0 5,9 % H_2O (theor. 6,0 für 1 Mol. H_2O); das bei 140^0 getrocknete Salz gab 48,6 % Ba (theor. 48,4).

Propionsaurer Baryt verliert demnach bei 100^0 $\frac{1}{2}\,H_2O$, bei 125^0 langsam, bei 140^0 rasch noch ein zweites $\frac{1}{2}\,H_2O$. Die Formel des krystallisirten propionsauren Baryt ist somit $(C_3H_5O_2)_2\,Ba + H_2O$. Das Barytsalz der Gährungssäure verlor bei 100^0 3,2 % H_2O, bei 140^0 6,0 % H_2O.

Es ergab sich hieraus, dass die verschiedene Krystallform nicht auf verschiedenem Wassergehalt beruht.

---

*) Ann. Chem. Ph. **61**, 347.
) Ann. Chem. Ph. **90, 45.
***) Ann. Chem. Ph. **92**, 88.
†) Ann. Chem. Ph. **126**, 232.
††) Ann. Chem. Ph. **160**, 221.
†††) Berichte d. d. chem. Ges. **11**, 2129.

Digitized by Google

Es war nun weiter an Dimorphie zu denken. Es gelang jedoch nicht, beide Formen in einander überzuführen. Versuche, propionsauren Baryt durch Einwerfen eines monoklinen Krystalls in der letzteren Krystallform zu erhalten, blieben fruchtlos. Gleichfalls negative Resultate gaben minimale Zusätze von Chlorbarium und von essigsaurem Baryt.

Der Widerspruch wurde endlich aufgeklärt durch die Bariumbestimmung des Barytsalzes der Gährungssäure. Das bei 140° getrocknete Salz gab nämlich 49,4 % *Ba*. Propionsaurer Baryt verlangt 48,4, essigsaurer Baryt 53,8 % *Ba*.

Es war hieraus zu schliessen, dass ein Doppelsalz von 4,5 oder 6 Molecülen propionsauren Baryts und 1 Molecül essigsauren Baryts vorliege; ersteres Doppelsalz verlangt 49,4, das zweite 49,2, das letzte 49,1 % *Ba*.

Der synthetische Versuch bestätigte die Richtigkeit dieser Annahme. Es wurde reine Propionsäure und Eisessig abgewogen im Verhältniss von 5 Mol. zu 1 Mol., vermischt an Baryt gebunden und krystallisiren gelassen. Die Krystalle, und zwar sowohl die ganz zuerst wie die ganz zuletzt sich ausscheidenden, waren vollkommen identisch mit der monoklinen Form des Barytsalzes der Gährungssäure*).

Es bleibt noch eine Angabe von Nicklès**) zu besprechen, nach welcher ein Gemenge von buttersaurem und essigsaurem Baryt nach gleichen Molekülen in der Form des propionsauren Baryts krystallisiren soll. Schon a priori ist die Angabe höchst unwahrscheinlich; ferner war Nicklès überhaupt gar nicht in der Lage, die Krystallformen vergleichen zu können, weil die des propionsauren Baryts damals nicht genügend bekannt war; sie wurde erst neuerdings durch V. von Zepharovich und Friedländer (s. oben S. 210 u. 211) exakt untersucht. Die älteren Angaben von de la Provostaye sind, wie Beide fanden, unrichtig.

Bei Wiederholung des Nicklès'schen Versuches, wozu ich reine constant siedende Buttersäure verwandte, fand ich, dass die Nicklès'sche Angabe irrthümlich ist. Lässt man ein Gemenge von buttersaurem und essigsaurem Baryt nach gleichen Molekülen langsam krystallisiren, so erhält man überhaupt keine ausgebildeten Krystalle. Wie es scheint, scheidet sich zuerst buttersaurer Baryt aus, der bekanntlich nicht gut krystallisirt und zuletzt essigsaurer Baryt, der letztere wegen der Anwesenheit von buttersaurem Baryt nur in undeutlichen Krystallen.

Der Versuch wurde dreimal gemacht, stets mit demselben Resultat. Niemals wurden Krystalle von der Form des propionsauren Baryts erhalten.

12. P. Friedländer (in München): **Krystallform des Arsenjodür** AsJ_3. Ein Präparat aus der Sammlung des chemischen Instituts in Strassburg zeigte rothe durchscheinende bis durchsichtige Krystalle, sechsseitig dick tafelförmige Combinationen eines Rhomboëders mit der Basis, nach letzterer vollkommen spaltbar. Das Rhomboëder entspricht an dem isomorphen und ebenso spaltbaren Antimonjodür derjenigen Form, welche nach der von Cooke (s. diese Zeitschr. 2, 625) gewählten Grundform das Zeichen $-\frac{1}{2}R\,(01\bar{1}2)$ erhält. Demnach sind

*) Der Umstand, dass das oben erwähnte Silbersalz eine scharf auf propionsaures Silber stimmende Zahl gab, erklärt sich dadurch, dass beim Umkrystallisiren die kleine Menge essigsaures Silber in der Mutterlauge blieb.

**) Jahresbericht 1858, 294.

Digitized by Google

die beobachteten Flächen: $(0001)\ oR$, $(01\bar{1}2) - \frac{1}{2}R$, selten und stets mattflächig $(10\bar{1}2) + \frac{1}{2}R$; und das Axenverhältniss:

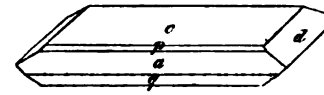
$$a : c = 1 : 2{,}998$$

	Beobachtet	Berechnet	SbJ_3 nach Cooke (a. a. O.)
$(0001)\ (01\bar{1}2)$	$= *59^0\ 59'$	—	—
$(01\bar{1}2)\ (1\bar{1}02)$	$96^0\ 51'$	$97^0\ 10'$	$94^0\ 28'$

Doppelbrechung sehr stark, negativ.

Anm. In der älteren Angabe von Nicklès über die Krystallform des Arsenjodürs (Compt. rend. 48, 837) ist jedenfalls ein Versehen enthalten, da Derselbe für die beiden angeführten Winkel die Werthe 60^0 und 36^0 (?) angiebt.

18. Derselbe, über ein Doppelsalz von Kalium- und Silbernitrat $AgNO_3 + KNO_3$. Beim Vermischen der Lösungen gleicher Moleküle von salpetersaurem Kalium und Silber erhält man durch Verdunstenlassen leicht schöne farblose und durchsichtige, grosse Krystalle der Verbindung $AgNO_3 + KNO_3 = 61{,}88\ \%$ $AgNO_3$ und $38{,}12\ KNO_3$. Es wurden mehrere Präparate mit übereinstimmenden Resultaten analysirt; ein besonders gutes lieferte $39{,}76\ \%\ Ag$, berechnet: $39{,}85\ \%$.



Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}8200 : 1 : 0{,}6963$$
$$\beta = 82^0\ 13'.$$

Beobachtete Formen (s. beistehende Fig.): $c = (001)\ oP$, $a = (100)\ \infty P\infty$, $p = (101) - P\infty$, $q = (\bar{1}01)\ P\infty$, $d = (011)\ P\infty$. Die Krystalle sind tafelartig nach c und meist nach der Symmetrieaxe verlängert.

		Beobachtet	Berechnet
(100)	(001)	$*82^0\ 13'$	—
(011)	(001)	$*54\ 24$	—
$(\bar{1}01)$	(001)	$*43\ 33$	—
(011)	$(01\bar{1})$	$71\ 20$	$71^0\ 12'$
(011)	$(\bar{1}01)$	$65\ 1$	$65\ 2\frac{1}{2}$
(101)	(001)	$45\ 12$	$45\ 10\frac{1}{2}$

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Die optische Axenebene ist für Roth (Li) die Symmetrieebene, für Gelb und Grün (Natrium und Thallium) senkrecht dazu. Scheinbarer Axenwinkel (Temp. $22^0{,}5$):

$$2E = 8^0\ 34'\ \ Li$$
$$3\ \ 14\ \ Na$$
$$9\ \ 54\ \ Tl$$

Die erste Mittellinie schliesst mit der Verticalaxe, im spitzen Winkel ac, $9^0\ 25'$ ein; es ist also das optische Axenbild, welches im weissen Lichte die vom Brookit, mellithsauren Ammon u. a. bekannte Erscheinung zeigt, unmittelbar durch die stets vorherrschenden Basisflächen nahe der Mitte des Gesichtsfeldes sichtbar. Die Dispersion der Mittellinien sehr gering, dagegen die Doppelbrechung sehr stark (negativ).

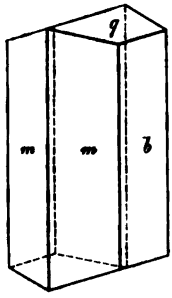
Digitized by Google

14. A. Arzruni (in Berlin): **Krystallform des salzsauren Metaxylidin** $C_8 H_9 NH_2 . HCl$. Dargestellt von **H. J. Schmitz** (Ann. d. Chem. u. Ph. **198**, 178).

Salzsaures α-Metaxylidin.

Die Substanz existirt in zwei physikalisch isomeren Modificationen, welche sich beide aus der erkaltenden wässrigen Lösung ausscheiden.

Fig. 1.



1. Modification.

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}91777 : 1 : 0{,}28728$$
$$\beta = 85^0\ 46'.$$

Beobachtete Formen: $m = (110)\,\infty P$, $q = (011)\,\breve{P}\infty$, $b = (010)\,\infty\breve{P}\infty$ (s. Figur 1). Die Krystalle sind lang säulenförmig nach der Axe c und ziemlich intensiv gelb gefärbt.

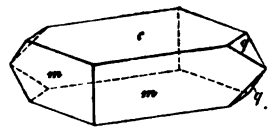
		Beobachtet	Berechnet
(110)	(010)	*47° 32′	
(110)	(1$\bar{1}$0)	—	84° 56′
(011)	(010)	*74 1	—
(011)	(110)	*76 2	—
(011)	($\bar{1}$10)	82 26½	82 23

2. Modification.

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}9807 : 1 : 0{,}9531$$
$$\beta = 83^0\ 37\tfrac{1}{2}'$$

Fig. 2.



Farblose Krystalle (s. Fig. 2), tafelartig nach einer Querfläche (c). Beobachtete Formen: $c = (001)\,oP$, $m = (110)\,\infty P$, $q = (011)\,\breve{P}\infty$.

		Beobachtet	Berechnet
(110)	(1$\bar{1}$0)	*88° 31′	—
(001)	(110)	*85 26½	—
(001)	(011)	*43 27	—
(110)	(011)	57 22½	57° 28′

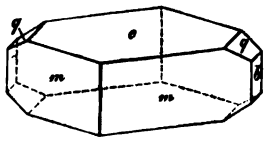
Die optische Axenebene scheint senkrecht zur Symmetrieebene zu stehen.

Salzsaures β-Metaxylidin.

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}5579 : 1 : 0{,}6175$$
$$\beta = 78^0\ 23'.$$

Fig. 3.



Wasserhelle durchsichtige, flach tafelförmige Krystalle (s. Fig. 3) mit den Flächen: $c = (001)\,oP$, $q = (011)\,\breve{P}\infty$, $m = (110)\,\infty P$, $b = (010)\,\infty\breve{P}\infty$.

		Beobachtet	Berechnet
(110)	(1$\bar{1}$0)	*57° 16′	—
(010)	(011)	*58 50	—
(110)	(001)	*79 39	—
(110)	(011)	66 16	66° 28½′
($\bar{1}$10)	(011)	84 41	84 23½

Die optischen Axen liegen in der Symmetrieebene; eine derselben ist durch c am Rande des Gesichtsfeldes wahrnehmbar.

Digitized by Google

15. A. Michel Lévy (in Paris): **Ueber die Schwingungsrichtungen zweiaxiger Krystallplatten und deren Abhängigkeit von der Richtung der Platten.** (de l'emploi du microscope polarisant à lumière parallèle pour l'étude des plaques minces de roches éruptives. — Annales des Mines, 7e Série, Tome XII, 1877, p. 392—471). — Mit Taf. IV. — Nach einer kurzen Einleitung, in welcher der Verfasser die Erscheinungen, welche dünne Blättchen von Krystallen im parallelen Lichte zwischen gekreuzten Nicols darbieten, bespricht und die Abhängigkeit dieser Erscheinungen von der Lage der Wellenfläche erörtert, geht er über zu der Behandlung der allgemeinen Frage: in welcher Beziehung steht bei einer optisch zweiaxigen Substanz die Schiefe der Auslöschung auf den Flächen einer Zone zu deren Lage innerhalb der Zone? Hierbei wird folgender Satz vorausgesetzt: Die Auslöschungen irgend eines Schnittes durch einen zweiaxigen Körper sind parallel den Durchschnittslinien der Schnittfläche mit den Halbirungsebenen desjenigen Winkels, welchen die beiden durch je eine der optischen Axen gelegten und zu der Schnittfläche senkrechten Ebenen mit einander einschliessen.

Man denke sich in Fig. 1 (Taf. IV) eine Kugel mit dem Radius 1 und bezeichne mit A, B und Z die Durchschnittspunkte der beiden optischen Axen und der Zonenaxe mit dieser Kugel. Die Punkte A, B, Z lassen sich immer so wählen, dass der Winkel der optischen Axen $AB = 2V$ kleiner ist als $\frac{\pi}{2}$ und die Summe der Winkel α und β, welche von der Zonenaxe Z mit den optischen Axen A und B gebildet werden, kleiner als π. Man nehme ferner an, die Zonenaxe Z stehe senkrecht zur Ebene der Zeichnung; der Kreis um Z entspricht dann den Durchschnittspunkten M der Kugeloberfläche mit den verschiedenen Normalen vom Mittelpunkt der Kugel auf die Ebenen der Zone. Verlängert man die Bogen ZA und ZB bis zur Peripherie dieses Kreises und setzt man den Winkel $AZB = 2\gamma$, so besteht, wenn $\frac{\alpha + \beta + 2V}{2}$ mit s bezeichnet wird, für das sphärische Dreieck AZB die Gleichung*)

$$\operatorname{tang}\gamma = \sqrt{\frac{\sin(s-\alpha)\,\sin(s-\beta)}{\sin s\,\sin(s-2V)}} \qquad \gamma \geqq \tfrac{\pi}{2}$$

Es bedeute nun α den Winkel, welchen eine veränderliche Ebene der Zone, deren Normale die Kugel in M schneidet, mit der Halbirungsebene ZP des Winkels 2γ, y den gesuchten Winkel, welchen die Auslöschungsrichtung mit der Zonenaxe bildet, also den Bogen Zm, wenn die Ebene Mm den Winkel AMB halbirt. Alsdann ist

$$y = \frac{aZ + bZ}{2}$$

Nun ist aber $$aZ = ZMa = \frac{\pi}{2} - AMa'$$

und folglich $$\operatorname{tang} aZ = \operatorname{tang}\alpha \cos(x+\gamma)$$

Ebenso ist $$\operatorname{tang} bZ = \operatorname{tang}\beta \cos(x-\gamma)$$

Es ist daher

$$\text{(1)} \qquad \operatorname{cotg} 2y = \frac{1 - \operatorname{tang}\alpha \operatorname{tang}\beta \cos(x+\gamma)\cos(x-\gamma)}{\operatorname{tang}\alpha \cos(x+\gamma) + \operatorname{tang}\beta \cos(x-\gamma)} = R$$

oder, nach $\sin x$ und $\cos x$ geordnet:

---

*) In der Originalabhandlung ist in dieser Gleichung aus Versehen $\operatorname{tang} 2\gamma$ statt $\operatorname{tang}\gamma$ gesetzt. D. Ref.

Digitized by Google

$$(2)\quad \operatorname{cotg} 2y = R = \frac{(1+\sin^2\gamma \operatorname{tang}\alpha \operatorname{tang}\beta) - \cos^2 x\,(\operatorname{tang}\alpha \operatorname{tang}\beta)}{\cos x\{\cos\gamma(\operatorname{tang}\alpha + \operatorname{tang}\beta)\} + \sin x\{\sin\gamma(\operatorname{tang}\alpha - \operatorname{tang}\beta)\}} = \frac{A + B\cos^2 x}{C\cos x + D\sin x}$$

Also ist

$$(3)\qquad \operatorname{tang} y = -R \pm \sqrt{R^2+1}$$

Untersucht man die Curve xy näher, insbesondere daraufhin, ob für y Maxima und Minima existiren, so hat man zu bemerken, dass im Allgemeinen für alle Werthe von x, für welche tang y ein Maximum oder Minimum wird, auch für y ein Maximum und Minimum eintritt; auszuschliessen sind nur diejenigen Werthe von x, für welche tang y unendlich wird, welche also z. B. den Werthen $y = \pm\frac{\pi}{2}$ entsprechen. Die gesuchten Werthe von x findet man demnach aus der Gleichung $\frac{d.\operatorname{tang} y}{dx} = 0$, und man hat

$$\frac{d.\operatorname{tang} y}{dx} = -\frac{dR}{dx}\left(1 \pm \frac{R}{\sqrt{R^2+1}}\right)$$

oder da $\frac{R}{\sqrt{R^2+1}}$ immer positiv ist, $\frac{dR}{dx}$ gleich Null zu setzen, d. h.

$$(4)\quad \frac{dR}{dx} = \frac{\cos x}{(1+\operatorname{tang}^2 x)\,(C\cos x + D\sin x)^2}\,[AC\operatorname{tang}^3 x - D(2B+A)\operatorname{tang}^2 x + C(A-B)\operatorname{tang} x - D(A+B)] = 0$$

Nun giebt $C\cos x + D\sin x = 0$ nur Werthe für x, für welche $y = 0$ oder $= \pm n\frac{\pi}{2}$, also tang y unendlich ist. Ferner wird $\frac{\cos x}{1+\operatorname{tang}^2 x}$ gleich Null für $x = \pm(2n+1)\frac{\pi}{2}$ und die Gleichung (4) reducirt sich in diesem Falle auf

$$(5)\qquad \frac{dR}{dx} = \pm\frac{AC}{D^2},$$

woraus folgt, dass y in den Punkten $x = \pm(2n+1)\frac{\pi}{2}$ weder Maxima noch Minima erreicht. Es werden mithin Maxima und Minima von y nur für diejenigen Werthe von x eintreten, welche der Gleichung genügen

$$(6)\quad AC\operatorname{tang}^3 x - D(2B+A)\operatorname{tang}^2 x + C(A-B)\operatorname{tang} x - D(A+B) = 0$$

Im Allgemeinen liefert diese Gleichung drei Wurzeln von x. Sie vereinfacht sich beträchtlich, wenn C oder D Null werden. Diese beiden Fälle hat der Verfasser ausführlich behandelt.

I. $D = \sin\gamma(\operatorname{tang}\alpha - \operatorname{tang}\beta) = 0$

1. $\operatorname{tang}\alpha = \operatorname{tang}\beta$; $\alpha = \beta$; $C \gtrless 0$

d. h. die Zonenaxe liegt in der Ebene durch die erste Mittellinie und die Axe der mittleren Elasticität. Für diese Ebene selbst ist $x = 0$ zu setzen.

Die aus (6) resultirende Gleichung

$$(7)\qquad A\operatorname{tang}^3 x + (A-B)\operatorname{tang} x = 0$$

wird erfüllt durch die Wurzel tang $x = 0$; die beiden andern Wurzeln sind imaginär. Da der zweite Differentialquotient $\frac{d^2y}{dx^2}$, welcher, wie leicht zu sehen,

Digitized by Google

das entgegengesetzte Vorzeichen besitzt wie $\frac{d^2R}{dx^2}$, für tang $x = 0$ negativ ist, so ist demnach der tang $x = 0$ oder $x = 0$ entsprechende Werth $y_0 =$ arc tang (tang $\alpha \cos\gamma$) ein Maximum. Für Werthe von x, die grösser als Null sind, nimmt y wieder allmählich ab; für $x = \frac{\pi}{2}$ wird $y = 0$.

Die aus (2) abzuleitende Gleichung der Curve

$$\text{cotg } 2y = \frac{A + B\cos^2 x}{C\cos x} \tag{8}$$

ergiebt, dass y für x und $-x$ gleiche Werthe mit demselben Vorzeichen, und ferner für x und $\pi - x$ gleiche Werthe, aber von entgegengesetztem Vorzeichen, erhält. Die Curven xy liegen daher symmetrisch zu den Geraden $x = n\pi$ und besitzen in den Punkten $x = \frac{\pi}{2}$, $y = 0$ und den ähnlich gelegenen Mittelpunkte.

In dem Grenzfall $\alpha = \beta = \frac{\pi}{2}$ wird y gleich Null oder gleich $\frac{\pi}{2}$ für alle Werthe von x; nur für die beiden Ebenen, welche senkrecht zu je einer optischen Axe stehen, für welche also $x = \frac{\pi}{2} \pm V$, wird y unbestimmt.

Hieran schliesst der Verfasser noch folgende Betrachtung:

Besitzt, im Falle $\alpha = \beta < \frac{\pi}{2}$, x z. B. den Werth $\frac{\pi}{2} - \gamma$, wo γ variiren kann von V bis zu $\frac{\pi}{2}$, so wird $R = \frac{1}{\text{tang}\,\alpha \sin 2\gamma}$, also tang $2y_\gamma =$ tang $\alpha \sin 2\gamma$.

Es ist daher, weil gleichzeitig $\sin\gamma = \frac{\sin V}{\sin\alpha}$:

für $\alpha = V$, $\gamma = \frac{\pi}{2}$, $x = 0$ . . . . . tang $2y = 0$ $y = 0$

für $\alpha = \frac{\pi}{2}$, $\gamma = V$, $x = \frac{\pi}{2} - V$ . . . . . tang $2y = \infty$ $y = \frac{\pi}{4}$

Während also α zunimmt von V bis $\frac{\pi}{2}$ (und x von 0 bis $\frac{\pi}{2} - V$), wächst y von 0 bis $\frac{\pi}{4}$, und zwar, wie aus der Beschaffenheit des ersten Differentials von tang $2y_\gamma$ nach α mit Bestimmtheit hervorgeht, ohne für irgend einen Werth von α (oder x) ein Maximum oder Minimum zu erreichen.

Die Gleichung der Curve, welche sämmtliche Curven xy (für die Werthe von $\alpha = V$ bis $\alpha = \frac{\pi}{2}$) einhüllt, ist nun leicht zu bestimmen. Wählt man den Werth von tang y für $x = 0$ zur Hülfsvariabelen, setzt man also

$$z = \text{tang}\, y_0 = \text{tang}\,\alpha \cos\gamma,$$

so wird man statt der Gleichung (8) die folgende finden:

$$\text{cotg } 2y = z\,\frac{\sin^2 V - \cos^2 x}{2\cos x \cos^2 V} + \frac{1}{z}\,\frac{1 - \cos^2 x \sin^2 V}{2\cos x \cos^2 V} = Mz + N\frac{1}{z} \tag{9}$$

Aus dieser Gleichung (9) und der Gleichung, welche man erhält, wenn man das Differential von cotg $2y$ nach z gleich Null setzt, wird die Variabele z elimi-

Digitized by Google

nirt. Die Resultante, in der man zur Unterscheidung die Ordinaten mit Y statt mit y bezeichnen kann, giebt alsdann die Gleichung der Einhüllenden:

$$\textbf{(10)}\quad \operatorname{cotg} 2Y = 2\sqrt{MN} = \frac{1}{\cos x \cos^2 V}\sqrt{\sin^2 V - \cos^2 x}\sqrt{1 - \cos^2 x \sin^2 V}$$

Für positive Werthe von tang y_0 besitzt cotg $2Y$ keinen negativen Werth, so lange $x > \frac{\pi}{2} - V$; dagegen wird Y imaginär für $x < \frac{\pi}{2} - V$; für $x = \frac{\pi}{2} - V$ wird $Y = \frac{\pi}{4}$. Im Punkt $x = \frac{\pi}{2} - V$, $Y = \frac{\pi}{4}$ steht die Tangente an die Curve Y vertikal; dagegen ist die Tangente im Punkte $x = \frac{\pi}{2}$, $Y = 0$ gegen die x-Axe geneigt unter einem Winkel, dessen Tangente gleich

$$\frac{dY}{dx} = -\frac{1}{2}\frac{\cos^2 V}{\sin V} = -\frac{1}{2}\operatorname{cotg} V \cos V$$

ist. Der Verlauf der Curven xy und ihrer Einhüllenden ist aus Fig. 2 näher ersichtlich. Es bedeuten hier und in den folgenden Figuren a die Zonenaxe, b die erste, n die zweite Mittellinie, e die Axe der mittleren Elasticität, A und B die beiden optischen Axen.

$2 \cdot \sin \gamma = 0$, d. h., da $\gamma \leqq \frac{\pi}{2}$ ist (s. S. 217), $\gamma = 0$.

In diesem Falle liegt also die Zonenaxe in der Ebene der optischen Axen (für welche demnach $x = 0$ ist), und zwar in dem stumpfen Winkel der optischen Axen.

Die Gleichung (7) ergiebt die Wurzel tang $x = 0$, also $x = 0$; für die beiden übrigen Wurzeln (abzuleiten aus der Gleichung $\operatorname{tang}^2 x = -\frac{A-B}{A} = -\operatorname{tang}\alpha \operatorname{tang}\beta - 1$) liefert sie reelle Werthe nur in dem Falle, dass einer der beiden Winkel α oder β grösser ist als $\frac{\pi}{2}$. Es existirt demnach für y ein Maximum oder Minimum für den Werth $x = 0$, und ferner für Werthe zwischen $x = 0$ und $x = \frac{\pi}{2}$, für letztere aber nur dann, wenn die Zonenaxe mit einer der beiden optischen Axen einen Winkel macht, der grösser ist als 90^0.

Die Curven xy nehmen nun folgenden Verlauf. Ist zunächst $\beta < \frac{\pi}{2}$ (und auch $\alpha < \frac{\pi}{2}$), so kann, da man für $x = 0$ den Werth $y_0 = \beta - V$ erhält, y_0 je nach der Grösse von β alle Werthe zwischen V und $\frac{\pi}{2} - V$ annehmen (vgl. Fig. 3). Zugleich ist y_0 ein Maximum, da $\frac{d^2 y_0}{dx^2}$ negativ ist (gleiches Vorzeichen besitzt wie $\frac{B-A}{C}$). Für $x = \frac{\pi}{2}$ ist $y = 0$. In der Nähe des Werthes $x = \frac{\pi}{2}$ biegen sich alle diejenigen Curven sehr stark um, für welche β nahezu $= \frac{\pi}{2}$ ist.

Für $\beta > \frac{\pi}{2}$ (und $\alpha < \frac{\pi}{2}$) oscillirt y_0 zwischen den Werthen $\frac{\pi}{2} - V$

Digitized by Google

und $\frac{\pi}{2}$ (vgl. Fig. 4). Auch hier ist y_0 ein Maximum. Ausserdem aber existirt für y zwischen $x = 0$ und $x = \frac{\pi}{2}$ in diesem Falle noch ein Minimum und zwar für diejenigen Werthe von y, welche dem Werthe von x entsprechen, für den

$$\operatorname{tang}^2 x = \frac{B - A}{A} \quad \text{oder} \quad \cos^2 x = \frac{A}{B}.$$

Für diesen Werth wird nämlich der zweite Differentialquotient von y nach x, welcher dasselbe Vorzeichen besitzt wie $-\frac{d^2R}{dx^2}$, wie leicht zu sehen, positiv. Für das Minimum von y erhält man also die Gleichungen:

$$(11) \qquad \cos x = \pm\sqrt{\frac{A}{B}} = \pm\sqrt{-\frac{1}{\operatorname{tang}\alpha \operatorname{tang}\beta}}$$

$$\operatorname{cotg} 2y = \frac{A + B\cos^2 x}{C\cos x} = \sqrt{\frac{-\sin 2\alpha \sin 2\beta}{(\sin\alpha + \beta)}}$$

Für Werthe von x, für welche $\cos x$ grösser als $+\sqrt{\frac{A}{B}}$ ist, wächst y wieder, und für $x = \frac{\pi}{2}$ ist $y = \frac{\pi}{2}$.

In beiden Fällen $\left(\beta \gtrless \frac{\pi}{2}\right)$ besitzt y für x und $-x$ gleiche Werthe mit demselben Vorzeichen, dagegen für x und $\pi - x$ gleiche Werthe, aber von entgegengesetztem Vorzeichen. Die Curven xy liegen also wie in dem unter I, 1. betrachteten Falle symmetrisch zu den Geraden $x = n\pi$ und besitzen in den Punkten $x = \frac{\pi}{2}$, $y = 0$ und den ähnlich gelegenen Mittelpunkte. Für diejenigen Punkte, in welchen y ein Minimum wird, gilt die Gleichung

$$\cos^2 x = -\frac{1}{\operatorname{tang}\alpha \operatorname{tang}\beta} = -\frac{1}{\operatorname{tang}(\beta - 2V)\operatorname{tang}\beta}.$$

Variirt β, so variirt dem entsprechend auch x. Für die Curve (βx) ist

$$\frac{d(\cos^2 x)}{d\beta} = \frac{\sin 2\beta + \sin 2(\beta - 2V)}{2\sin^2\beta \sin^2(\beta - 2V)}.$$

Nimmt man an, dass $0 < \beta < \frac{\pi}{2}$, und bedenkt man, dass $0 < \beta - 2V < \frac{\pi}{2}$, so geht $\cos x$ durch ein Maximum für

$$\sin 2\beta + \sin 2(\beta - 2V) = 0$$

d. h. für $\beta = \frac{\pi}{2} + V$.

Mithin nimmt die Abscisse X, welcher das Minimum von y entspricht, ab, bis die Zonenaxe zusammenfällt mit der zweiten Mittellinie. Es wird alsdann für das Minimum von y

$$\cos^2 X = \operatorname{tang}^2 V.$$

In dem Grenzfall $\beta = \frac{\pi}{2}$ liefert die Gleichung (11) für das Minimum von y:

$$x = \frac{\pi}{2} \text{ und } y = \frac{\pi}{4}.$$

Digitized by Google

Aus der allgemeinen Gleichung folgt dagegen

$$\operatorname{cotg} 2y = \frac{1}{\operatorname{tang}\beta \cos x} - \operatorname{tang}\alpha \cos x,$$

und, da $\operatorname{tang}\beta = \infty$ und ferner $\alpha = \frac{\pi}{2} - 2V$, so ist

(12) $$\operatorname{cotg} 2y = -\operatorname{cotg} 2V \,.\, \cos x.$$

Dieser Werth wird für $x = \frac{\pi}{2}$ unbestimmt, wenngleich für Werthe von x, die sich $\frac{\pi}{2}$ nähern, für y Werthe nahezu gleich $\frac{\pi}{4}$ resultiren; d. h. also für die beiden Ebenen, die senkrecht stehen zu je einer optischen Axe (durch die betrachtet ein 2axiger Körper sich verhält wie ein 1axiger), ist die Schiefe der Auslöschung unbestimmt; für die Ebenen, welche diesen nahe liegen, beträgt sie dagegen nahezu $\frac{\pi}{4}$.

II. $C = \cos\gamma\,(\operatorname{tang}\alpha + \operatorname{tang}\beta) = 0$

1. $\operatorname{tang}\alpha = -\operatorname{tang}\beta$; $\alpha = \pi - \beta$;

d. h. die Zonenaxe liegt in der Ebene, welche durch die zweite Mittellinie n und die Axe der mittleren Elasticität e gelegt wird (für diese ist demnach $x = 0$). Vgl. Fig. 5.

Die Gleichung (6) reducirt sich in diesem Fall auf

$$(A + 2B)\operatorname{tang}^2 x + (A + B) = 0;$$

Sie besitzt offenbar zwei imaginäre Wurzeln; es ergibt sich daher weder ein Maximum noch ein Minimum für y. Indessen ist für $x = \pm\frac{\pi}{2}$ (siehe Gleichung (5)):

$$\frac{dR}{dx} = \pm\frac{AC}{D^2},$$

und, da hier $C = 0$,

$$\frac{dR}{dx} = 0.$$

Im Punkte $x = \pm\frac{\pi}{2}$ existirt demnach ein Maximum oder Minimum für y. Um zu entscheiden, ob ein Maximum oder Minimum vorliegt, hat man zu bemerken, dass $\frac{d^2y}{dx^2}$ dasselbe Vorzeichen besitzt wie $-\frac{d^2R}{dx^2}$ und letzterer Ausdruck für $x = \frac{\pi}{2}$ gleiches Zeichen wie $-D(A + 2B)$. Nun ist

$$+ 2B = 1 + \operatorname{tang}^2\alpha\,(1 + \cos^2\gamma) > 0;$$
$$- D = -2\sin\gamma\operatorname{tang}\alpha$$

Für $\alpha < \beta$ wird $\alpha < \frac{\pi}{2}$ (da $\alpha + \beta = \pi$) und $-D$ alsdann negativ; y wird also für $x = \frac{\pi}{2}$ ein Maximum.

Die Gleichung der Curve ist nun

(13) $$\operatorname{cotg} 2y = \frac{A + B\cos^2 x}{D\sin x}.$$

Digitized by Google

Für $x = 0$ wird $y = 0$; y wächst mit Zunahme von x und erreicht bei $x = \frac{\pi}{2}$ ein Maximum, für welches

$$\text{tang } y_{\frac{\pi}{2}} = \sin\gamma \text{ tang } \alpha. \tag{14}$$

Ferner erhält y für x und $\pi - x$ gleiche Werthe, mit demselben Vorzeichen; für x und $-x$ gleiche Werthe, aber von entgegengesetzten Vorzeichen. Die Geraden $x = (2n+1)\frac{\pi}{2}$ sind desshalb Symmetrieaxen, und die Punkte $y = 0$, $x = 2n\frac{\pi}{2}$ Mittelpunkte für die Curven xy.

Ein Grenzfall, ähnlich dem oben unter I, 1. betrachteten, tritt ein, wenn die Zonenaxe mit der Axe der mittleren Elasticität zusammenfällt, wenn also $\alpha = \frac{\pi}{2} = \beta$. Alsdann ist $\gamma = V$; für alle Werthe von x wird y gleich 0 oder gleich $\frac{\pi}{2}$, nur für $x = \frac{\pi}{2} \pm V$, d. h. für die Ebenen senkrecht zu den optischen Axen, erhält y einen unbestimmten Werth.

Sucht man auch hier, wie oben, die Gleichung der Einhüllenden der Curven xy, für welche der Parameter α variirt zwischen 0 und $\frac{\pi}{2}$, indem man die Hilfsvariabeln

$$z = \text{tang } y_{\frac{\pi}{2}} = \sin\gamma \text{ tang } \alpha$$

einführt (vgl. Fig. 5), so erhält man für dieselbe

$$\text{cotg } 2Y = \frac{1}{\sin^2 V \sin x} \sqrt{\cos^2 x - \sin^2 V} \cdot \sqrt{1 - \sin^2 x \cos^2 V}. \tag{15}$$

Für positive Werthe von tang $y_{\frac{\pi}{2}}$ und für Werthe von x, die zwischen 0 und $\frac{\pi}{2} - V$ liegen, wird also cotg $2Y$ nicht negativ. Dagegen wird Y imaginär für Werthe $x > \frac{\pi}{2} - V$. Für $x = \frac{\pi}{2} - V$ wird $Y = \frac{\pi}{4}$; die Tangente in diesem Punkte steht vertikal. Für $x = 0$ ist $Y = 0$ und die Tangente an die Curve xY ist gegen die xAxe unter einem Winkel geneigt, dessen Tangente gleich

$$\frac{dY}{dx} = \frac{1}{2} \frac{\sin^2 V}{\cos V} = \frac{1}{2} \text{tang } V \sin V. \tag{16}$$

Die feste Ebene, von welcher aus hier die Werthe x gerechnet wurden, also die Ebene durch die zweite Mittellinie n und die Axe der mittleren Elasticität e, macht mit der oben (I, 1.) zur Ausgangsebene angenommenen Ebene durch die erste Mittellinie b und die Axe der mittleren Elasticität e den Winkel $\frac{\pi}{2}$. Will man auch hier von letzterer Ebene an die Werthe x rechnen, so muss man in den letzten Betrachtungen allenthalben $\frac{\pi}{2} + x$ an Stelle von x setzen; die Curven werden alsdann den in Fig. 6 angedeuteten Verlauf besitzen*).

*) In der Figur ist fälschlich der Buchstabe n mit b verwechselt worden. D. Ref.

Digitized by Google

2. $\cos\gamma = 0$; $\gamma = \frac{\pi}{2}$ oder $2\gamma = \pi$

d. h. die Zonenaxe liegt in der Ebene der optischen Axen, und zwar in dem spitzen Winkel der optischen Axen.

Auch in diesem Falle liefert die Gleichung (6) nur imaginäre Wurzeln; es folgt daher aus dieser Gleichung für y kein Maximum oder Minimum. Dagegen wird (s. Gl. (5)) für $x = \frac{\pi}{2}$, $y_{\frac{\pi}{2}} = \frac{\alpha-\beta}{2}$

$$\frac{\mathrm{d}.\operatorname{cotg} 2y}{dx} = \frac{dR}{dx} = \pm\frac{AC}{D^2} = 0,$$

und da $\frac{d^2y}{dx^2}$ für diesen Punkt gleiches Vorzeichen besitzt wie $-D(A+2B)$, $A+2B$ aber immer positiv ist, so ist, weil $-D = \operatorname{tang}\beta - \operatorname{tang}\alpha$, y ein Maximum für $\alpha > \beta$, ein Minimum für $\alpha < \beta$; im ersteren Falle ist $y_{\frac{\pi}{2}}$ positiv, im zweiten negativ.

Für $\beta > \alpha$ wird bei $x = 0$ auch $y = 0$, die Ebene geht dann durch die Zonenaxe und die Axe der mittleren Elasticität. Wenn x wächst, wird y negativ und erlangt für $x = \frac{\pi}{2}$ ein Minimum $y = \frac{\alpha-\beta}{2} = -(V-\alpha)$. Die Curven liegen symmetrisch in Bezug auf die Geraden $x = (2n+1)\frac{\pi}{2}$, und die Punkte $y = 0$, $x = 2n\frac{\pi}{2}$ sind für sie Mittelpunkte. Bezieht man auch hier die Werthe von x auf dieselbe Fundamentalebene wie oben (I. 2), so hat man statt x zu setzen $x \pm \frac{\pi}{2}$. Die Curven zeigen dann den Verlauf wie in Fig. 7. —

Aus den vorhergehenden Betrachtungen ergiebt sich, dass es nicht genügt, die Auslöschungsschiefe auf zwei Hauptflächen einer Zone zu kennen, um daraus die Auslöschungsschiefe für eine zwischenliegende Fläche der Zone abzuleiten. Denn es giebt zahlreiche Fälle, in denen die Auslöschungsschiefe auf einer zwischenliegenden Fläche ein Maximum erreicht, und andrerseits bildet die Auslöschungsrichtung auf der ersten Hauptebene (durch zwei Elasticitätsaxen gelegt) mit der Auslöschungsrichtung auf der zweiten Hauptebene (durch die dritte Elasticitätsaxe und die Zonenaxe gelegt) oft mehr als 45^0, wenn man beide auf dieselbe Richtung der Zonenaxe bezieht. —

Will man, wie dies namentlich für petrographische Untersuchungen von besonderem Interesse ist, die Schiefe der Auslöschung auf Ebenen einer Zone gegen die Spaltungsrichtungen nach einer bekannten Fläche bestimmen, so muss man zunächst die Winkel aufsuchen, welche von der Zonenaxe und den Durchschnittslinien der Spaltungsfläche mit den Ebenen der Zone gebildet werden, und alsdann diese je nach dem speciellen Falle zu der Schiefe der Auslöschung gegen die Zonenaxe addiren oder von derselben subtrahiren. Hierbei hat man folgende Betrachtungen anzustellen:

Es sei in Fig. 8 Z die Projection der Zonenaxe, ZP die Projection der Ebene, von welcher aus die Winkel x gezählt werden, $MRSN$ die Spaltungsfläche, welche mit der Zonenaxe den Winkel δ bildet, und ε der Winkel der

Digitized by Google

durch die Zonenaxe senkrecht zur Ebene *MRSN* gelegten Ebene mit der Ebene *PZ*. Ist *O* das Centrum der Kugel und x eine beliebige Ebene der Zone *OZ*, so gilt für den Winkel y, welchen die Zonenaxe *OZ* mit der Durchschnittslinie der letzteren Ebene x und der Spaltungsfläche *MRSN* einschliesst, die Gleichung

$$\text{tang } y = \frac{\text{tang } \delta}{\cos(\varepsilon - x)}. \tag{17}$$

Es ist

$$\frac{dy}{dx} = -\text{tang } \delta \frac{\sin(\varepsilon - x)}{\text{tang}^2 \delta + \cos^2(\varepsilon - x)},$$

und daher existirt für y ein Maximum oder Minimum, wenn $x = \varepsilon$, und zwar wird, weil $\frac{d^2 \text{tang } y}{dx^2}$ dasselbe Vorzeichen besitzt wie tang δ, y_ε ein Minimum für $\delta < \frac{\pi}{2}$, ein Maximum für $\delta > \frac{\pi}{2}$. Für ein Maximum oder Minimum wird $y_\varepsilon = \delta$.

Der Verlauf der Curve ist demnach folgender:

Für $x = 0$ wird tang $y_0 = \frac{\text{tang } \delta}{\cos \varepsilon}$. Dann wachsen die Werthe von y oder nehmen ab, je nachdem $\delta \gtrless \frac{\pi}{2}$. Dem Werth $x = \varepsilon$ entspricht ein Maximum oder Minimum von y, für welches $y_\varepsilon = \delta$. Für $x = \frac{\pi}{2}$ wird tang $y_{\frac{\pi}{2}} = \frac{\text{tang } \delta}{\sin \varepsilon}$; für $x = \frac{\pi}{2} + \varepsilon$ wird $y = \frac{\pi}{2}$, und in diesem Punkte bildet die Tangente an die Curve mit der xAxe einen Winkel, dessen Tangente gleich

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{\text{tang } \delta} = \text{tang}\left(\frac{\pi}{2} - \delta\right).$$

Vertauscht man x mit $\pi + x$, so erhält man für y Werthe gleich π vermindert um den dem Werthe x entsprechenden Werth von y. Hieraus folgt, dass der zweite Theil der Curve von $x = \pi$ an eine gleiche Gestalt, nur eine andere nach einer Drehung um 180° um die Gerade $y = \frac{\pi}{2}$ dem ersten parallele Lage besitzt. Verlegt man den Coordinatennullpunkt nach $x = \varepsilon$, $y = 0$, so würde die Curve symmetrisch sein in Bezug auf die neue Axe $x = 0$ und die parallelen Geraden $x = \pm n\pi$ (vgl. Fig. 9).

In dem zweiten Theil seiner Arbeit bespricht der Verfasser die Resultate, welche sich bei der Anwendung der im ersten Theil angestellten theoretischen Betrachtungen auf einzelne concrete Fälle ergeben. Eine eingehende Behandlung haben mehrere, insbesondere petrographisch wichtige Mineralien des monosymmetrischen und asymmetrischen Systems erfahren. Für dieselben wird nicht nur die Veränderung der Auslöschungsschiefe auf den Flächen der Hauptzonen gegen die entsprechenden Zonenaxen, sondern auch die Variation der Winkel zwischen der Auslöschungsrichtung und der Projection der Hauptspaltungsdurchgänge auf die verschiedenen Flächen der Zonen, sowie für die nach den gewöhnlichen Gesetzen verwachsenen Zwillingskrystalle die Variation der Winkel zwischen den

Digitized by Google

Auslöschungsrichtungen der beiden Individuen, auf die verschiedenen Flächen der Hauptzonen des einen Individuums bezogen, genauer erörtert. Im Folgenden sollen nur die wichtigsten Ergebnisse, soweit dieselben die Abhängigkeit der Auslöschungsschiefe auf einer Fläche von der Lage derselben innerhalb der Zone betreffen, kurz aufgezählt werden; in Betreff der weiteren Resultate, welche mit Hilfe der im theoretischen Theil angestellten allgemeinen Betrachtungen leicht hergeleitet werden können und im Ganzen mehr von petrographischem, als krystallographischem Interesse sind, muss auf die Originalabhandlung selbst verwiesen werden.

1. Pyroxen. Legt man die Werthe zu Grunde, welche Des Cloizeaux für den optischen Axenwinkel ($2V = 38^0\ 59'$), und die Winkel der ersten Mittellinie mit der Axe c ($38^0 44'$) und der zweiten Mittellinie mit der Axe a ($22^0 55'$) gefunden hat, so ergibt sich:

a) für die Zone $oP.\infty\breve{P}\infty$ [001, 010]: Auf (010) besitzt die Schiefe der Auslöschung gegen die Axe a ein Minimum $= 22^0\ 55'$; sie wächst alsdann, erreicht ein Maximum ($28^0\ 24'\ 40''$) auf der Ebene, welche mit (010) einen Winkel von $67^0 14' 6''$ macht, wird dann wieder kleiner und schliesslich 0 für $x = \frac{\pi}{2}$, d. h. für die Ebene, welche durch die mittlere Elasticitätsaxe geht, also für (001)*).

b) für die Zone $\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty$ [100, 010]: Die Schiefe der Auslöschung gegen die Zonenaxe (Axe c) besitzt ein Maximum ($38^0 44'$) auf (010), nimmt allmählich ab und wird ein Minimum (0) auf (100).

2. Amphibol. Unter Voraussetzung der von Des Cloizeaux gemachten Angaben über die optischen Constanten der Amphibole erhält man folgende Resultate:

a) für die Zone $oP.\infty\breve{P}\infty$ [001, 010]. Die Auslöschungsschiefe besitzt auf (010) ein Maximum, das je nach den verschiedenen Amphibolvarietäten schwankt zwischen $29^0\ 58'$ und $14^0\ 58'$; sie nimmt dann ab und zwar um so schneller, je mehr sich die Ebene der Basis nähert.

b) Für die Zone $\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty$ [100, 010]: Die Schiefe der Auslöschung hat auf (010) ein Minimum, welches zwischen 15^0 (Aktinolith) und 0^0 (Hornblende) variirt; sie wächst dann, erreicht ein Maximum, welches für den Aktinolith den Werth $15^0\ 15'\ 20''$ besitzt und auf der Fläche liegt, welche mit (010) einen Winkel von $38^0\ 18'\ 25''$ macht. Darauf nimmt sie wieder ab und wird schliesslich auf (100) gleich Null.

3. Epidot. a) In der Zone $oP.\infty\breve{P}\infty$ [001, 010] besitzt, bei Zugrundelegung der optischen Constanten, welche Des Cloizeaux an einem Epidot von Nordcarolina für rothes Licht gefunden hat, die Auslöschungsschiefe auf (010) ein Minimum $= 27^0\ 47'$; sie nimmt dann zu, erlangt auf einer Ebene, welche (bei $2V = 75^0\ 46'$) mit (010) $51^0\ 10'$ bildet, ein Maximum ($29^0\ 10'$), nimmt wieder ab und wird 0 auf (001).

b) In der Zone $\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}\infty$ [100, 010] beträgt der Anfangswerth der Auslöschungsschiefe $2^0\ 20'$ gegen die Axe c; er nimmt allmählich ab und wird auf (100) gleich 0, ohne zwischen (010) und (100) ein Maximum oder Minimum zu passiren.

4. Sphen. In der Zone $oP.\infty\breve{P}\infty$ [001, 010] erreicht auf (010) die

*) Für Gesteinsuntersuchungen entspringt hieraus das praktische Resultat, dass man bei Durchschnitten parallel den Flächen dieser Zone unter 90 Fällen 67mal eine Auslöschungsschiefe zwischen 28 und 28^0 und nur 23mal zwischen 0 und 23^0 erwarten darf.

Digitized by Google

Auslöschungsschiefe ein Minimum gleich 21^0; sie bleibt ziemlich lange in dieser Höhe, wird endlich rasch grösser und ist für (001) 90^0. In der Zone $\infty P\infty$. $\infty R\infty$ [100, 010] ist die Schiefe auf (010) gegen die Axe c gleich $39^0\ 17'$, ebenfalls ein Minimum; sie besitzt für die benachbarten Flächen nahezu gleiche Grösse, nimmt schliesslich aber rasch zu und wird für (100) 90^0.

5. Orthoklas. a) In der Zone $oP.\infty R\infty$ [001, 010] beträgt die Schiefe der Auslöschung gegen die Zonenaxe auf (010), woselbst sie ein Maximum besitzt, im Mittel etwa 5^0; auf den anliegenden Flächen der Zone nimmt die Grösse der Auslöschungsschiefe ab, sie wird ein Minimum, gleich Null, für (001). Die Curve, welche die Beziehung der Auslöschungsschiefe zur Lage der Flächen innerhalb der Zone ausdrückt, verändert sich nicht wesentlich und besitzt insbesondere keine weiteren Maxima und Minima für die Auslöschungsschiefe, wenn die Lage der optischen Axen, welche bekanntlich für Orthoklase von verschiedenen Fundorten variirt, eine andere wird.

b) Dagegen darf man bei Bestimmung der Auslöschungsschiefe auf Flächen der Zone $\infty P\infty . \infty R\infty$ [100, 010] weder die Lage der optischen Axen noch die Grösse des optischen Axenwinkels ausser Acht lassen, und hat desshalb zunächst zwischen den analogen, bei denen (010) die optische Axenebene ist, und zwischen den antilogen Orthoklasen, bei denen die optische Axenebene senkrecht zu (010) steht, zu unterscheiden. Beiden Arten gemeinsam ist nur die Grösse der Auslöschungsschiefe auf (010); sie beträgt nach Des Cloizeaux ca. $21^0\ 7'$ gegen die Axe c. Für die antilogen Feldspathe, die zum Theil durch Erwärmen in analoge übergeführt werden können, wird die Curve der Auslöschungsschiefen einen ähnlichen Verlauf besitzen, wie die im theoretischen Theile unter I. 1 betrachteten (vgl. Fig. 2). Z. B. für den Orthoklas vom St. Gotthardt ($2V = 69^0$) wird die Auslöschung auf (010) ein Minimum von $21^0\ 7'$ besitzen, dann langsam wachsen, zuletzt sehr schnell, wird 45^0 überschreiten, auf der Ebene, welche mit (010) einen Winkel von $55^0\ 30'$ $\left(= \frac{\pi}{2} - V\right)$ macht, $55^0\ 52'$ erreichen und für die Ebenen nahe an (100) sich dem Werthe $\frac{\pi}{2}$ nähern.

Mit Zunahme des Axenwinkels wächst für die gleiche Fläche die Grösse der Auslöschungsschiefe. Die oben angegebene Gleichung (9) wird nämlich für $x = \text{tang}\, y_0$

$$\text{cotg}\, 2y = \frac{(1 - x^2\cos^2 x) + \sin^2 V\,(x^2 - \cos^2 x)}{2x\cos x\cos^2 V} = \frac{A + B\sin^2 V}{C\cos^2 V},$$

und es ist

$$\frac{d\,.\,\text{cotg}\, 2y}{dV} = \frac{2\sin V\,(A+B)}{C\cos^3 V}$$

Das Vorzeichen dieses letzten Ausdrucks ist dasselbe, wie das von $(A+B) = (1 - \cos^2 x)\,(1 + x^2) > 0$; $\text{cotg}\, 2y$ wächst also mit V und y nimmt dem entsprechend ab.

Wird der Orthoklas für eine bestimmte Temperatur und Farbe einaxig, wie z. B. der Orthoklas von Wehr (nach Des Cloizeaux) für rothe Farben bei $42^0{,}5$ C., so wird die Curve der Auslöschungsschiefe

$$\text{tang}\, y = \text{tang}\, \alpha \cos x, \quad \alpha = \beta = y_0$$

und hieraus folgt

Digitized by Google

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{\text{tang}\,\alpha \sin x}{1 + \text{tang}^2\alpha \cos^2 x};$$

für $x = \frac{\pi}{2}$ also $\frac{dy}{dx} = -\text{tang}\,\alpha$.

Die Curve besitzt demnach zwischen $x = 0$ und $x = \frac{\pi}{2}$ in diesem Falle keinen Wendepunkt.

Die analogen Orthoklase führen zu dem oben unter I. 2 betrachteten Problem; es ist auch hier $\gamma = 0$. Ist V sehr klein, so ist $\beta < \frac{\pi}{2}$ (Fig. 3.). Die Auslöschungsschiefe wächst von $21^0\,7'$ auf (010) bis zu $\frac{\pi}{2}$ auf (100). Wird der Winkel der optischen Axen grösser, und β also nahezu gleich $\frac{\pi}{2}$, so nähert sich die Auslöschungsschiefe auf den (010) nahe liegenden Flächen sehr rasch dem Werthe $\frac{\pi}{2}$. Für $\beta = \frac{\pi}{2}$, welcher Fall z. B. für den Orthoklas von Wehr eintritt, wenn er bis zu $162\frac{1}{2}^0$C. erwärmt wird ($2V = 42^0$ nach Des Cloizeaux), besitzt die Curve der Auslöschungsschiefen die oben unter (12) angeführte Gleichung. Wird der Winkel der optischen Axen noch grösser, so wird auch $\beta > \frac{\pi}{2}$, und die Curve besitzt zwischen $x = 0$ und $x = \frac{\pi}{2}$ ein Maximum (s. Fig. 4.). Für $V = 32^0$ (Orthoklas von Wehr, bei einer Temperatur von $+342^0,5$ C.) beträgt das Anfangsminimum der Auslöschungsschiefe auf (010) $21^0 7'$; das Maximum erreicht $24^0\,12'\,6''$, und zwar entspricht letzteres einer Fläche der Zone, welche mit (010) einen Winkel von $59^0\,25'\,42''$ macht. Bei den analogen Orthoklasen wächst übrigens auf derselben Fläche der Zone die Schiefe der Auslöschung gleichzeitig mit V.

Bei genauer Bestimmung der Auslöschungsschiefe auf Flächen der Zone [010, 100] muss auch der Dispersion der optischen Axen Rechnung getragen werden.

6. Die triklinen Feldspathe. Bei den meisten derselben fallen die Zonenaxen ($oP.\infty\bar{P}\infty$) (001, 100), ($oP.\infty\breve{P}\infty$) (001, 010), ($\infty\bar{P}\infty.\infty\breve{P}\infty$) (100, 010) nicht mehr in die Hauptschnitte. Es werden desshalb die oben angestellten Betrachtungen hier nicht unmittelbar zum Ziele führen, indessen, da die Hauptzonenaxen nur wenig gegen die Hauptschnitte geneigt sind, immerhin ein annähernd richtiges Bild von den Auslöschungscurven zu geben im Stande sein. Will man den Verlauf der Curven genauer kennen lernen, so muss man Punkt für Punkt construiren, z. B. mit Benutzung der oben angegebenen allgemeinen Gleichung (1). Auch kann man sich dabei einer einfachen geometrischen Construction bedienen, welche zuerst von Mallard angegeben worden ist; in Betreff dieser muss auf die Arbeit des Verfassers verwiesen werden.

Für die Unterscheidung der triklinen Feldspathe ist nach den Untersuchungen Des Cloizeaux's am wichtigsten die Kenntniss der Auslöschungsschiefe auf Flächen der Zone $PM = oP.\infty\breve{P}\infty$ [001, 010] gegen deren Zonenaxe, nach welcher in der Regel die in den Gesteinen eingewachsenen Krystalle verlängert sind. Auch die Zone $oP.\infty\bar{P}\infty$ [001, 100] oder vielmehr die naheliegende Zone,

Digitized by Google

deren Axe die Normale zu $M = \infty \breve{P} \infty$ (010) ist, besitzt ein besonderes Interesse, einmal weil bei Zwillingen nach dem Albitgesetz die Auslöschungsrichtungen auf den Flächen dieser Zone symmetrisch gegen die Zwillingsebene liegen, und dann, weil bei einfachen Krystallen die Flächen dieser Zone zum Unterschied von den Orthoklasen Auslöschungen schief zur Zonenaxe darbieten.

a) Mikroklin. Nach den Angaben von Des Cloizeaux macht die Ebene, welche die erste Mittellinie und die Axe der mittleren Elasticität enthält, mit $P = oP$ (001) den Winkel $\varepsilon = 81 - 82^0$, mit $M = \infty \breve{P} \infty$ (010) den Winkel $D = 27^0\ 41'$; $2V$ beträgt im Mittel $83^0\ 42'$ und der Winkel $PM = oP . \infty \breve{P} \infty$ (001, 010) $90^0\ 16'$. Es ergiebt sich hieraus für den Verlauf der Auslöschungscurve in der Zone $PM = oP . \infty \breve{P} \infty$ [001, 010] das in Fig. 10 zur Anschauung gebrachte Resultat; die zweite schwächer gezeichnete Curve, welche in Bezug auf die Ebene $M = \infty \breve{P} \infty$ (010) eine symmetrische Lage zu der ersten stark ausgezogenen besitzt, entspricht, ebenso wie in den folgenden Figuren, einem nach dem Albitgesetz mit dem ersten Krystall verwachsenen Individuum. (Es bedeutet in Fig. 10 und den folgenden O die Ebene der optischen Axen, in der Zone [001, 010] E die Ebene durch die Axe der mittleren Elasticität e, S die Ebene senkrecht zur ersten Mittellinie und B die Ebene durch die erste Mittellinie; ferner in der Zone senkrecht zu $M = (010)$ R die Ebene durch die Gerade $PM = (001, 010)$, Q die Ebene senkrecht zu R, N die Ebene durch die zweite, B die Ebene durch die erste Mittellinie. Die mit Accent versehenen entsprechenden Buchstaben haben die gleiche Bedeutung für das mit dem ersten nach dem Albitgesetz verwachsene Zwillingsindividuum, mithin eine in Bezug auf M (010) symmetrische Lage zu den bezüglichen Ebenen des ersten Krystalls). Das Maximum des Auslöschungswinkels ($15^0\ 17'$) befindet sich in den optischen Axenebenen O und O'; von da an nimmt die Auslöschungsschiefe allmählich ab und wird Null für die Ebenen durch die Axe der mittleren Elasticität E und E'. Zwischen $15^0\ 17'$ und 0 existirt für die Auslöschungsschiefe weder ein Maximum noch ein Minimum.

Die Auslöschungsschiefe auf den Flächen senkrecht zu M (010), bei welchen man als Ausgangsebene diejenige Ebene ansieht, in welcher die Kante PM (001, 010) liegt, besitzt den Anfangswerth $15^0\ 30'$ (vgl. Fig. 11), nimmt dann ab und wird 0 für $x = 74^0$. Hier besitzt die Curve gleichzeitig einen Wendepunkt. Für $x > 74^0$ erhält die Auslöschungsschiefe negative Werthe, wächst rasch, erreicht ein Maximum von -18^0 für $x = 120^0$ und nimmt dann allmählich ab bis zu dem Werthe $-15^0\ 30'$ auf der der Ausgangsfläche parallelen Ebene.

b) Albit. Werden auch hier die von Des Cloizeaux gefundenen Werthe zu Grunde gelegt (der Winkel zwischen der Ebene durch die erste Mittellinie und die Axe der mittleren Elasticität mit P (001) $= 79^0$, mit M (010) $= 15^0\ 22'$; ferner der Winkel PM (001, 010) $= 86^0\ 25'$; $2V$ im Mittel $= 78 - 79^0$), so werden die Auslöschungscurven den in den Figuren 12 und 13 angedeuteten Verlauf besitzen.

In der Zone PM [001, 010] besitzt die Auslöschungsschiefe (vgl. Fig. 12) auf der Ebene S (senkrecht zur ersten Mittellinie) ein Maximum von 19^0; sie nimmt dann nach beiden Seiten hin ab, wird 0 auf der zu S senkrechten Ebene B, und wächst wieder bis zu $4^0\ 28'$. Letzteren Werth, ein zweites Maximum, erreicht sie auf der Ebene senkrecht zu M (010).

In der Zone senkrecht zu M (010) beträgt die Auslöschungsschiefe auf der Ebene durch die Kante PM (001, 010) gegen die Zonenaxe 4^0 (im Falle dass $2V = 78^0$); sie nimmt dann ab, wird 0 für $x = 26^0$ und wächst nach der entgegengesetzten Seite; erreicht auf der Ebene senkrecht zur Kante (001, 010) den

Digitized by Google

Werth — 15° 30′, geht bei $x = 100°$ durch ein Maximum (15° 45′) und nimmt dann wieder ab, bis sie auf der Ebene durch die Kante (001, 010), 180° von der Anfangsebene entfernt, den Werth — 4° erreicht (vgl. Fig. 13).

c) Oligoklas. Beim Oligoklas fällt die Kante *PM* (001, 010) mit der zweiten Mittellinie annähernd zusammen; die erste Mittellinie macht nach Des Cloizeaux mit der Normalen zu *M* (010) einen Winkel von 18° 10′ und liegt in einer Ebene nahezu senkrecht zur Kante (001, 010); der optische Axenwinkel ist gewöhnlich 90°.

Die Auslöschung auf den Flächen der Zone *PM* [001, 010] ist parallel der Zonenaxe, da mit dieser eine Hauptelasticitäsaxe zusammenfällt.

In der Zone senkrecht zu *M* (010) besitzt die Auslöschungsschiefe (vgl. Fig. 14) ein Maximum von 18° 30′ auf der Ebene durch die erste Mittellinie und die Axe der mittleren Elasticität (also auf der Ebene senkrecht zur Kante *PM*); von da an nimmt sie nach beiden Seiten hin ab und wird Null auf den Ebenen durch die Kante *PM* (001, 010).

d) Labrador. Nach Des Cloizeaux beträgt der Winkel *PM* (001, 010) 93° 20′, der Winkel der Ebene durch die erste Mittellinie und die Axe der mittleren Elasticität mit *P* (001) 56°, mit *M* (010) 31° 24′. Die optische Axenebene besitzt bei verschiedenen Varietäten von Labrador eine verschiedene Lage; bei der einen Reihe beträgt die Schiefe der Auslöschung auf *M* (010) gegen die Kante *PM* (001, 010) 17, bei der andern 27°. Für die erstere würde bei einer Auslöschungsschiefe von 5° gegen die Kante (001, 010) auf *P* (001) der optische Axenwinkel $2V = 46°$ sein; für die andere würde bei gleicher Grösse des Axenwinkels die Auslöschung auf *P* (001) mit der Kante (001, 010) einen Winkel von 4° 45′ bilden.

In der Zone *PM* [001, 010] besitzt die Auslöschungsschiefe auf der Ebene *S* (senkrecht zur ersten Mittellinie) das Maximum 17 resp. 27°; sie nimmt dann ab, wird 0 für die zu *S* senkrechte Ebene *B*, erhält negative Werthe und erreicht auf der Ebene senkrecht zu *M* (010) den Werth 6 resp. 7°. Die Winkel zwischen den Auslöschungsrichtungen in den zugehörigen nach dem Albitgesetz verbundenen Zwillingslamellen beträgt auf derselben Ebene also 12 bis 14°. Dieser Werth entspricht einem relativen Maximum oder Minimum; vgl. Fig. 15, welche, wie die vorhergehenden Figuren 10—14 entworfen ist, ohne Rücksicht auf die Fehler, welche sich dadurch ergeben, dass die Zonenaxe (001, 010), nicht mehr in einem Hauptschnitt liegt. Construirt man die Curven der Auslöschungsschiefen mit Berücksichtigung der Winkel, welche die Hauptschnitte mit den Zonenaxen (001, 010), (010, 100) und (100, 001) bilden, so ergiebt sich, dass dieselben die in Fig. 16 angegebene Gestalt besitzen, mithin ihre Symmetrie in Bezug auf die Ebenen *S* und *S′* verlieren. Die Curven für die Ebenen zwischen zwei parallelen Flächen schneiden sich dreimal. Der Winkel zwischen den Auslöschungsrichtungen in den Zwillingslamellen beträgt für viele Ebenen ungefähr 12—14°, und oft halbirt in diesem Falle die Zwillingsgrenze diesen Winkel. Es existirt aber ausser dem Maximum von 12—14° auf der Ebene senkrecht zu *M* noch ein anderes absolutes Maximum, welches 18° betragen kann; für dieses liegen die Auslöschungsrichtungen in den beiden Zwillingslamellen auf derselben Seite der Zwillingsgrenze; mit letzterer macht die Schwingungsrichtung in der einen Lamelle einen Winkel, der ungefähr 27° erreicht.

In der Zone senkrecht zu *M* (010) beträgt (bei der Auslöschungsschiefe von 17° auf *S* gegen die Kante *PM*) auf der Anfangsebene, durch die Zonenaxe und die Kante *PM* (001, 010) gelegt, die Auslöschungsschiefe gegen die Zonenaxe 5°.

Digitized by Google

Sie nimmt dann ab, wird 0 für $x = 12^0$ und erhält negative Werthe. In der Ebene senkrecht zur Kante (001, 010) ist sie 31°; für $x = 100^0$ erreicht sie ein Maximum (— 31° 15′), und nimmt dann ab, bis sie auf der der Ausgangsebene parallelen Ebene den Werth — 5° erlangt (vgl. Fig. 17). Wird die Auslöschungsschiefe auf $P(010)$ gegen die Kante (001, 010) zu 27° angenommen, so ist der Verlauf der Curve annähernd derselbe; es wird für $x = 0$ die Auslöschungsschiefe gleich 4° 45′; ein Maximum (31°) erreicht sie bei $x = 100^0$.

e) Anorthit. Die unvollständige Kenntniss der optischen Eigenschaften des Anorthit lässt die Lage der Elasticitätsaxen und somit der Wellenfläche noch nicht mit Bestimmtheit angeben. Nach Des Cloizeaux würde der Winkel der Ebene durch die erste Mittellinie und die Axe der mittleren Elasticität mit $P(001)$ 55° 7′, mit $M(010)$ 52° 45′, der Winkel $PM(001, 010)$ 85° 50′ betragen. Die Auslöschungsschiefe gegen die Kante $PM(001, 010)$ variirt auf $P(001)$ von 20 bis 42°, auf $M(010)$ von 25 bis 45°; auch auf den Ebenen der Zone [001, 100] schwanken die Werthe der Auslöschungsschiefen gegen die Zonenaxe sehr beträchtlich. Ref.: H. Bücking.

16. **J. Thoulet** (in Paris): **Ueber die ebenen Winkel, welche bei Pyroxen, Amphibol, Orthoklas und den triklinen Feldspathen die Spaltungsrichtungen auf den Ebenen der wichtigsten Zonen mit einander einschliessen** (Variations des angles plans des clivages sur les faces des principales zones dans le pyroxène, l'amphibole, l'orthose et les feldspaths tricliniques — Annales des Mines, 7. Série, Tome XIV. 1878. Livraison de juillet-août. p. 3—23.). Diese Arbeit ist vorzugsweise für petrographische Untersuchungen von besonderem Interesse; sie wird sich namentlich auch da als wichtig erweisen, wo es gilt, die Auslöschungsschiefe auf den Ebenen der vom Verfasser betrachteten Zonen gegen die Spaltungsrichtungen nach einer bekannten Fläche zu bestimmen (vgl. das vorige Referat, S. 224.). Ref.: H. Bücking.

17. **G. Uzielli** (in Modena): **Studien über die theoretische Krystallographie.** (Studi di cristallografia teorica. R. Accad. Lincei. Mem. della Cl. di Sc. fis., mat. e natur. Ser. 3ª. Vol. 1. Roma 1877). Im ersten Theile der vorliegenden Studien werden Folgerungen aus dem Gesetze der rationalen Indices gezogen. Nachdem der Satz, dass im Allgemeinen die Indices der Normale einer Fläche verschieden von den Indices der Fläche sind, bewiesen worden ist, wird die Fundamentalgleichung der räumlichen Goniometrie, d. i. die Relation zwischen den Cosinus der von fünf Ebenen (oder Geraden) im Raume eingeschlossenen Winkel, interpretirt. Bedeuten $pp'xyz$ fünf Pole, so lautet diese Gleichung*):

$$(18) \quad \begin{vmatrix} \cos pp' & \cos px & \cos py & \cos pz \\ \cos p'x & 1 & \cos xy & \cos xz \\ \cos p'y & \cos xy & 1 & \cos yz \\ \cos p'z & \cos xz & \cos yz & 1 \end{vmatrix} = 0$$

Sind xyz die Axen eines asymmetrischen Krystalles, abc die Axeneinheiten desselben, hkl die Indices der Fläche p, $h'k'l'$ die Indices der Fläche p', $R_1 R_2$ Proportionalitätsfactoren, so wird die Gleichung (18) mit Rücksicht auf die Beziehungen:

*) Die Formeln des Referates führen dieselben Nummern wie die entsprechenden Formeln der Orig.-Abhandlung. D. Ref.

Digitized by Google

$$(19)\qquad \frac{a}{h}\cos px = \frac{b}{k}\cos py = \frac{c}{l}\cos pz = R_1$$
$$\frac{a}{h'}\cos p'x = \frac{b}{k'}\cos p'y = \frac{c}{l'}\cos p'z = R_2$$

übergeführt in:

$$(20)\qquad \begin{vmatrix} \frac{\cos pp'}{R_1 R_2} & \frac{h}{a} & \frac{k}{b} & \frac{l}{c} \\ \frac{h'}{a} & 1 & \cos xy & \cos xz \\ \frac{k'}{b} & \cos xy & 1 & \cos yz \\ \frac{l'}{c} & \cos xz & \cos yz & 1 \end{vmatrix} = 0$$

oder in:

$$(21)\qquad \frac{\cos pp'}{R_1 R_2}\sin^2 xyz = mR$$

wobei folgende Bezeichnungen benutzt werden:

$$(15)\qquad \begin{aligned} a^2\delta_a &= -\sin^2 yz, & bc\lambda_a &= \cos yz - \cos xy\cos xz \\ b^2\delta_b &= -\sin^2 xz, & ca\lambda_b &= \cos xz - \cos xy\cos yz \\ c^2\delta_c &= -\sin^2 xy, & ab\lambda_c &= \cos xy - \cos xz\cos yz \end{aligned}$$

$$(22)\qquad \begin{aligned} \Delta_h &= \delta_a h + \lambda_c k + \lambda_b l \\ \Delta_k &= \lambda_c h + \delta_b k + \lambda_a l \\ \Delta_l &= \lambda_b h + \lambda_a k + \delta_c l \end{aligned}$$

$$(23)\qquad mR + \Delta_h h' + \Delta_k k' + \Delta_l l' = 0$$

Die vorstehenden Formeln veranlassen den Verf., folgende Sätze auszusprechen:

1. Zwischen den Polen von fünf Flächen besteht eine Beziehung.

2. Der Cosinus des Winkels zwischen zwei Polen wird durch sechs andere ausgedrückt*).

3. In jeder Krystallformenreihe lässt sich jede der sieben irrationalen Functionen der Winkel: $R\delta_a\delta_b\delta_c\lambda_a\lambda_b\lambda_c$ rational durch die sechs anderen darstellen**).

4. Die Betrachtung der absoluten Variation der linearen Elemente eines Krystalles implicirt die Einführung eines variabelen Elementes, von welchem die Veränderlichkeit der Verhältnisse jener Elemente abhängt.

---

*) Die Darstellung des Verf. auf S. 15 ist nicht correct. Der Verf. stellt die Fundamentalgleichung (18) für fünf Pole $pp'xyz$ auf. Unmittelbar darauf wird die Bedeutung dieser Buchstaben geändert. Nur pp' bedeuten noch Flächenpole, xyz hingegen die Axen der Krystallformenreihe. Im Allgemeinen sind jedoch die Axen xyz nicht Normalen möglicher Krystallflächen. Die Interpretation der Formel (18) ist daher zu trennen von der Deutung der Formel (20); während die erstere lautet: der Cosinus eines der 10 von fünf Ebenen eingeschlossenen Winkel lässt sich ausdrücken durch die Cosinus der 9 übrigen Winkel, — kann die letztere so gefasst werden: der Cosinus eines Flächenwinkels kann dargestellt werden als eine bilineare Function der Cosinus der sechs Einfallswinkel der Axen in Beziehung auf die beiden Flächen des Flächenwinkels. Welchen dieser beiden Sätze der Verf. im Sinn hatte, als er den obigen Satz aussprach, ist dem Ref. aus der Darstellung a. a. O. nicht ersichtlich. D. Ref.

**) Die Formel (23) stellt keineswegs, wie der Verf. in diesem Satze aussagt, eine Beziehung zwischen den Grössen $R\delta_a\delta_b\delta_c\lambda_a\lambda_b\lambda_c$ dar. Sie giebt lediglich an, dass die Summe $\Delta_h h' + \Delta_k k' + \Delta_l l'$ vom Verf. mit $-mR$ bezeichnet wird. D. Ref.

Digitized by Google

Der Verf. führt sodann (§ 17), den für seine Untersuchung fundamentalen Satz an, [welcher von H. J. St. Smith in: Linear Systems of Indeterminate Equations and Congruences. Philosophical Transactions for 1861. p. 299. London. bewiesen und später (vgl. d. Zeitschr. 2, 204) zur Grundlage einer Ableitung der möglichen Arten krystallographischer Symmetrieverhältnisse genommen worden ist. Derselbe lautet ausführlicher und correcter als in den vorliegenden Studien so:] Wenn zwischen $m+n$ irrationalen Grössen $Y_1, Y_2, \ldots Y_{m+n}$ m unabhängige Gleichungen mit ganzzahligen Coefficienten bestehen:

$$\begin{array}{l} g_{11} Y_1 + g_{12} Y_2 + \ldots + g_{1,m+n} Y_{m+n} = 0 \\ g_{21} Y_1 + g_{22} Y_2 + \ldots + g_{2,m+n} Y_{m+n} = 0 \\ - \quad - \quad \ldots \quad - \quad - \\ g_{m1} Y_1 + g_{m2} Y_2 + \ldots + g_{m,m+n} Y_{m+n} = 0 \end{array}$$

so lassen sich, — und zwar ausser wenn $n=1$ ist, auf unendlich viele verschiedene Weisen — n Grössen $Z_1, Z_2 \ldots Zn$ von der Beschaffenheit bestimmen, dass die $m+n$ Grössen Y als lineare Functionen der n Grössen Z mit ganzzahligen Coefficienten dargestellt werden können:

$$\begin{array}{lllll} Y_1 & = h_{11} Z_1 & + h_{12} Z_2 & + \ldots + h_{1n} Z_n \\ Y_2 & = h_{21} Z_1 & + h_{22} Z_2 & + \ldots + h_{2n} Z_n \\ - & \quad . \quad . \quad . \quad . & & \\ Y_{m+n} & = h_{m+n,1} Z_1 & + h_{m+n,2} Z_2 & + \ldots + h_{m+n,n} Z_n \end{array}$$

In der hierauf folgenden Betrachtung orthogonaler Flächen und Zonen werden einige neue Benennungen benutzt: monoconjugirt*) (piano monoconjugato) heisst eine Ebene, welche senkrecht zu einer anderen Ebene ist, — polyconjugirt (piano policonjugato) heisst eine Ebene, welche senkrecht zu einer Zonenaxe ist — conjugirt (zona conjugata) heisst eine zu einer Fläche normale Zonenaxe — polyconjugirt (zona policonjugata) heisst eine Zone, deren Ebenen sämmtlich polyconjugirt sind.

Die so definirten Elemente geben dem Verf. Anlass eine Reihe von Sätzen zu entwickeln, welche sich auf die möglichen Fälle orthogonaler Flächen und Zonen in Krystallpolyedern beziehen, und deren Beweise auf der Anwendung der Bedingungen dafür beruhen, dass eine Fläche normal auf einer anderen Fläche und eine Zonenaxe normal auf einer Fläche steht. — Wenn zwei Flächen polyconjugirt sind, so gehören sie zu der Zone, welche der zu ihrer Durchschnittslinie normalen Ebene conjugirt ist; demnach ist auch diese letztere Ebene polyconjugirt. Wenn zwei polyconjugirte Flächen nicht senkrecht zu einander stehen, so sind alle Flächen aus der Zone der ersteren beiden Flächen polyconjugirt. Wenn in einer Zone nur zwei polyconjugirte Flächen vorhanden sind, so müssen sie senkrecht zu einander stehen. Wenn in einem dem Gesetze der rationalen Indices unterworfenen Systeme von Ebenen m monoconjugirte und n polyconjugirte Ebenen vorhanden sind, und wenn zwischen diesen $m+n$ Ebenen keine Orthogonalitätsbedingungen bestehen, so genügen die Grössen $\delta_a \delta_b \delta_c \lambda_a \lambda_b \lambda_c$ $m+2n$ linearen Gleichungen von der Form: (34) $A\delta_a + B\delta_b + C\delta_c + D\lambda_a + E\lambda_b + F\lambda_c = 0$ worin $ABCDEF$ rationale ganze Functionen der Indices bedeuten; ist $m+2n < 5$, so sind die Grössen $ABCDEF$ Functionen von $6-(m+2n)$ irreduciblen Grössen; ist $m+2n \geqq 5$, so sind diese Grössen

*) Die Benennung »conjugirt« betreffend, so möge es gestattet sein, darauf hinzuweisen, dass zwei auf einander senkrecht stehende Ebenen (Zonenaxen) eines Krystallformencomplexes harmonisch conjugirt sind in Beziehung auf einen Kegel, welcher mit dem Krystallformencomplex gegeben ist. Vgl. H. J. St. Smith, d. Zeitschr. 2, 204.
D. Ref.

Digitized by Google

lineare und rationale Functionen einer irreduciblen Grösse und zwischen ihnen bestehen $m + 2n - 5$ Bedingungsgleichungen. Aus dem letzten Satze ergiebt sich, dass in den durch das Gesetz der rationalen Indices charakterisirten Systemen von Ebenen sieben mögliche Fälle unterschieden werden können:

1. Ist weder eine monoconjugirte noch eine polyconjugirte Ebene vorhanden, so beträgt die Zahl der irreduciblen Grössen, durch welche die Grössen $\delta_a \delta_b \delta_c \lambda_a \lambda_b \lambda_c$ dargestellt werden können: $n = 6$.

2. Sind keine polyconjugirten dagegen 1, 2, 3 oder 4 monoconjugirte Ebenen vorhanden, so ist $n = 5$, 4, 3 oder 2.

3. Ist keine monoconjugirte und nur eine polyconjugirte Ebene vorhanden, so ist $n = 4$.

4. Sind eine polyconjugirte und 1 oder 2 monoconjugirte Ebenen vorhanden, so ist $n = 3$ oder 2.

5. Sind zwei auf einander senkrecht stehende polyconjugirte Ebenen vorhanden, so bestehen zwischen den Grössen $\delta_a \delta_b \delta_c \lambda_a \lambda_b \lambda_c$ drei Bedingungsgleichungen, von denen zwei ausdrücken, dass die eine der beiden Ebenen polyconjugirt ist, und die dritte angiebt, dass zwei Ebenen der conjugirten Zone senkrecht zu einander stehen; daher ist $n = 3$.

6. Sind zwei auf einander senkrecht stehende polyconjugirte Ebenen und ausserdem eine monoconjugirte Ebene vorhanden, so ist $n = 2$.

7. Sind zwei polyconjugirte Ebenen vorhanden, welche einen von 90^0 verschiedenen Winkel einschliessen, so ist $n = 2$.

8. Sind m monoconjugirte und n polyconjugirte Ebenen vorhanden und ist $m + 2n \lesseqgtr 5$, so ist $n = 1$ *). —

Nachdem der Verf. gezeigt hat, dass eine polyconjugirte Ebene eines Krystalles eine Symmetrieebene desselben ist, entwickelt er folgende Theoreme: Wenn eine Ebene Symmetrieebene für zwei Paare entsprechender Ebenen ist, so ist sie eine mögliche polyconjugirte Ebene; wenn hingegen eine Ebene nur für ein Paar entsprechender Ebenen Symmetrieebene ist, so ist sie nicht nothwendig eine polyconjugirte Ebene. Wenn eine Zone polyconjugirt ist, so kann man stets den Krystall auf ein System rechtwinkliger Axen beziehen, derart, dass die eine der drei Axen mit der Zonenaxe zusammenfällt, das Verhältniss der Quadrate der Einheiten der beiden anderen Axen eine rationale Zahl ist und die Quadrate der Cosinus der Flächenwinkel aus der polyconjugirten Zone rationale Zahlen sind. Wenn zwei Zonen eines Krystalls polyconjugirt sind, so ist auch jede Fläche desselben polyconjugirt und die Quadrate der Cosinus aller Flächenwinkel sind rationale Zahlen. Wenn die Quadrate der Parameter eines auf rechtwinklige Axen bezogenen Ebenensystems sich wie rationale Zahlen verhalten, so ist jede Ebene des Systems polyconjugirt. — Aus den vorstehenden, den Inhalt des ersten Theiles der Studien bildenden Sätzen entnimmt der Verf. eine Anordnung der Ebenensysteme, welche dem Gesetz der rationalen Indices unterworfen sind, in 5 Gruppen gemäss den möglichen Fällen von auf einander senkrecht stehenden Ebenen. Die Beziehungen zwischen dieser Anordnung und der Eintheilung der Krystalle in Krystallsysteme sind aus folgender Tafel ersichtlich.

---

*) Vgl. mit diesen Ergebnissen die gleichzeitig erschienenen, algebraischen, detailreichen Untersuchungen von H. St. J. Smith. D. Zeitschr. 2, 204.

D. Ref.

Digitized by Google

Klasse	Zahl der irreducibelen Parameter n	Polyconjugirte oder Symmetrieebenen A		monoconjugirte Ebene, oder Ebenen welche nur eine normale Ebene haben. B	Beziehungen zu den Krystallsystemen.		
		Zahl	Bemerkungen.		System	Bedingung A	Bedingung B
I.	$n = 6$	0		0	Asymmetrisches	nothwendig und hinreichend	hinrchd. möglich
	$n = 5$	0		1			
	$n = 4$	0		2			
	$n = 3$	0		3			
	$n = 2$	0		4			
II.	$n = 4$	1		0	Monosymmetrisches	nothwendig u. hinreichend	hinrchd. möglich
	$n = 3$	1		1			
	$n = 2$	1		2			
III.	$n = 3$	2	Die beiden polyconjugirten Ebenen stehen senkrecht auf einander.	0	Rhombisches	nothwendig u. hinreichend	hinrchd. möglich
	$n = 2$	2		1			
IV.	$n = 2$	2	Die beiden polyconjugirten Ebenen stehen nicht senkrecht aufeinander. — Die Quadrate der trigonometrischen Functionen der Flächenwinkel aus der Zone der beiden polyconjugirten Flächen. sind rationale Zahlen.	0	Tetragonales, Rhomboëdrisches, Hexagonales	nothwendig	nothwendig
V.	$n = 1$	∞	Die Quadrate der trigonometrischen Functionen der Flächenwinkel sind rationale Zahlen.	0	Reguläres	nothwendig	nothwendig

In dem zweiten, dem Gesetz der Symmetrie gewidmeten Theile seiner Studien, geht der Verf. von dem Satze aus, dass der Grad der Symmetrie in einer Zone 2, 3, 4 oder 6 ist. Er findet sodann, dass in einer polyconjugirten Zone unendlich viele Ebenen mit tetragonaler, bezw. hexagonaler Symmetrie dem Gesetz der rationalen Indices genügen. Wenn in einem Krystallsystem nur eine polyconjugirte Zone vorhanden, d. h. wenn $n = 2$ ist, so ist nur in dieser Zone Symmetrie möglich. In Polyedern mit regulärer Symmetrie giebt es unendlich viele Zonen mit tetragonaler und unendlich viele Zonen mit hexagonaler Symmetrie.

Digitized by Google

System	Polyconjugirte oder Symmetrie-Ebenen					
	nothwendig u. hinreichend		abgeleitet		vorhanden	
Triklines (Asymmetrisches)	0		0		0	
Monoklines (Monosymmetrisches)	1		0		1	
Rhombisches (Triorthosymmetrisches)	2	Normal zu einander	1		3	
Tetragonales (Pentasymmetrisches)	2	Tetragonale Symmetrie in der Zone der beiden Ebenen.	1 ∞	Symmetrieebene normal zur Zone der beiden nothw. und hinr. Ebenen tetragonale Symmetrieebene in dieser Zone.	5	Eine Symmetrieebene normal zur Zone der beiden nothw. und hinr. Ebenen. Tetragonale Symmetrie nur in dieser Zone, oder m. a. W. vier Symmetrieebenen in dieser Zone.
Hexagonales (Heptasymmetrisches)	2	Hexagonale Symmetrie in der Zone der beiden Ebenen.	1 ∞	Symmetrieebene normal zur Zone der beiden nothw. und hinr. Ebenen. Hexagonale Symmetrieebenen in dieser Zone.	7	Eine Symmetrieebene normal zur Zone der beiden nothw. und hinr. Ebenen. Hexagonale Symmetrie nur in dieser Zone, oder m. a. W. sechs Symmetrieebenen in dieser Zone.
Rhomboëdrisches (Triaequisymmetrisches)	2	Trigonale Symmetrie in der Zone der beiden Ebenen.	1 ∞	Wie vorhin.	3	Trigonale Symmetrie nur in der Zone der beiden nothwendigen und hinreichenden Ebenen.
Reguläres (Enneasymmetrisches)	2	Tetragonale Symmetrie in zwei senkrecht zu einander stehenden Zonen.	∞ ∞	Symmetrieebenen mit tetragonaler Symmetrie in zwei normal zu einander stehenden Zonen. Symmetrieebenen mit hexagonaler Symmetrie in der Zone, welche gleich geneigt ist gegen die beiden tetragonalen Zonen und die zu dieser conjugirten Zone.	9	Tetragonale Symmetrie in drei zu einander senkrecht stehenden Zonen und hexagonale [?] Symmetrie in den zu diesen Axen gleich geneigten Zonen, oder m. a. W. 3 tetragonale und 6 trigonale [?] Symmetrieebenen.

Digitized by Google

Diese Ergebnisse gestatten die Beziehungen zwischen dem Gesetz der rationalen Indices und dem Gesetz der Symmetrie darzulegen. Die krystallisirten Substanzen besitzen polyedrische äussere Gestalten. Abgesehen von Störungen, welche vernachlässigt werden können, genügen diese Gestalten allerdings den erwähnten beiden Gesetzen, allein sie befriedigen keineswegs alle geometrischen Folgerungen, welche mit dem Wortlaut dieser Gesetze im Einklange stehen, wie aus einer vergleichenden Betrachtung der Eigenschaften hervorgeht, welche einerseits den natürlichen Krystallen andererseits den durch die erwähnten beiden Gesetze charakterisirten Polyedern zukommen. Das Resultat dieser Betrachtung ist in der vorstehenden Tabelle (S. 236) enthalten; auf die monoconjugirten Ebenen ist hier keine Rücksicht genommen, da sie in der vorhergehenden Tabelle S. 235) Aufnahme gefunden haben.

Der dritte Theil der Studien enthält einige Bemerkungen über bekannte Beziehungen zwischen den geometrischen und den physikalischen Symmetrieverhältnissen der krystallisirten Substanzen. Im vierten und fünften Theil beschäftigt sich der Verfasser mit der Hypothese der Zurückführung aller Krystalle auf rechtwinklige Axensysteme.

In einem Anhange werden folgende Theoreme behandelt, deren Ergebnisse im Vorhergehenden Anwendung gefunden haben: 1. die Werthe aufzusuchen, welche ein aliquoter Theil von 360^0 annehmen kann, wenn das Quadrat seines Cosinus einem rationalen Zahlenwerthe gleich sein soll: $(2k \pm \frac{1}{2})\pi$, $2k\pi$, $2k\pi \pm 2s.45^0$, $2k\pi \pm 2s.30^0$, $2k\pi \pm 2s.60^0$.

2. Wenn die Elemente eines asymmetrischen Krystalles a, b, c, (yz), (zx), (xy), die Indices einer Zone $[u\,v\,w]$ desselben und die Indices einer Fläche $(h\,k\,l)$ dieser Zone bekannt sind, so sollen die Indices derjenigen Fläche $(h'\,k'\,l')$ derselben Zone berechnet werden, welche mit $(h\,k\,l)$ einen gegebenen Winkel α einschliesst. Wird

$$\frac{uu}{b^2c^2} + \frac{vv}{a^2c^2} + \frac{ww}{c^2a^2} + \frac{2vw}{a^2bc}\cos(yz) + \frac{2wu}{ab^2c}\cos(zx) + \frac{2uv}{abc^2}\cos(xy) = \Theta$$

und

$$\Theta \sin(xyz)\cot(hkl\hat{}h'k'l') = \iota$$

gesetzt, so ergiebt sich:

$$\begin{aligned} \sigma h' &= -th + w\Delta_k - v\Delta_l \\ \sigma k' &= -w\Delta_h - tk + u\Delta_l \\ \sigma l' &= v\Delta_h - u\Delta_k - tl \end{aligned}$$

Diese Formeln werden specialisirt für rhombische, rhomboëdrische, tetragonale und reguläre Axen. 3. Ganzzahlige Auflösungen einiger unbestimmter Gleichungen des zweiten Grades und Anwendung auf das reguläre System. 4. Sätze über Kettenbrüche. Ref.: Th. Liebisch.

18. **M. Bauer** (in Königsberg): **Ueber das Krystallsystem und die Hauptbrechungscoëfficienten des Kaliglimmers** (Monatsbericht der kgl. Akad. der Wissensch. zu Berlin. 22. Nov. 1877, S. 684—712. — Daraus in: G. Tschermak, Mineralogische und petrographische Mittheilungen 1, 14—39). An einem 0,471 mm dicken, durchsichtigen, ganz ebenen und gut spiegelnden Plättchen von Kaliglimmer (wahrscheinlich aus dem Ural stammend) bestimmte der Verf. 1. die Lage der Ebene der optischen Axen gegen die Hauptspaltungsfläche, 2. die Hauptbrechungscoëfficienten des Kaliglimmers für eine Temperatur von 20^0 C. und für das rothe Licht des Kupferglases.

Digitized by Google

1. Bedeuten ω und ω_1 die Richtungen der scheinbaren optischen Axen, N die Normale zur Hauptspaltungsfläche, so fand der Verf. mit Hülfe einer von F. E. Neumann ersonnenen Methode*) und vermittelst eines ebenfalls von Neumann zu Beobachtungen im convergenten polarisirten Lichte eingerichteten Goniometers, dass N nicht mit ω und ω_1 in derselben Ebene liegt, und dass die Winkel $N\omega$ und $N\omega_1$ denselben Werth $N\omega = N\omega_1 = 32^0\,14'$ besitzen. Es ergaben nämlich die Beobachtungen:

	$N\omega$	$N\omega_1$
1.	$32^0\,16'\,45''$	$32^0\,12'\,45''$
2.	$32\,15\,0$	$32\,15\,25$
3.	$32\,9\,45$	$32\,13\,20$
4.	$32\,13\,0$	$32\,16\,45$
5.	$32\,13\,45$	$32\,13\,45$
6.	$32\,16\,30$	$32\,13\,0$
Mittel	$32^0\,14'\,7\frac{1}{2}''$	$32^0\,14'\,10''$

Hieraus ergiebt sich, dass der vorliegende Kaliglimmer dem monosymmetrischen Krystallsysteme angehört. Für den Winkel der scheinbaren optischen Axen wurde der Werth $\omega\omega_1 = 64^0\,14'$ aus folgenden Beobachtungen abgeleitet:

$\omega\omega_1 =$	$64^0\,13'\,0''$
	$13'\,0''$
	$30'\,30''$
	$8'\,0''$
	$2'\,0''$
	$30'\,30''$
	$15'\,30''$
	$2'\,30''$
	$16'\,0''$
	$19'\,0''$
	$5'\,30''$
Mittel: $\omega\omega_1 =$	$64^0\,14'\,8^2/_{11}''$

Aus den vorstehenden Werthen berechnete der Verf. den Winkel, welchen die scheinbare optische Mittellinie α mit der Normale N zur Spaltungsfläche einschliesst: $N\alpha = 2^0\,55'$. Bedeuten o und o_1 die Richtungen der wahren optischen Axen, β den mittleren Hauptbrechungs-Coëfficienten (der nach einer unten zu erwähnenden Beobachtung des Verf. $\beta = 1{,}54136$ ist), so folgt aus $\sin N\omega = \beta \sin No$ der Winkel, welchen die wahren optischen Axen mit der Normale zur Spaltungsfläche einschliessen: $No = No_1 = 20^0\,15'$. Für den Winkel zwischen N und der wahren optischen Mittellinie a ergiebt sich: $Na = 1^0\,42'$, so dass der Winkel zwischen der Mittellinie a und der Spaltungsfläche $88^0\,18'$ beträgt.

2. Der Verf. bezeichnet mit $\alpha < \beta < \gamma$ die Hauptbrechungscoefficienten, mit a, b, c die entsprechenden optischen Elasticitätsaxen. Nach der Methode des Herzogs von Chaulnes bestimmte er zunächst $\beta = 1{,}54136$ und $\gamma = 1{,}57525$ und berechnete aus $\sin\frac{1}{2}oo_1 = \frac{1}{\beta}\cdot\sin\frac{1}{2}\omega\omega_1$ den wahren Winkel der optischen

*) F. E. Neumann, Ueber die optischen Eigenschaften der hemiprismatischen oder zwei- und eingliedrigen Krystalle. Pogg. Ann. 1835. **35**, 81—95. — Vgl. A. Müttrich, Bestimmung des Krystallsystems und der optischen Constanten des weinsteinsauren Kali-Natron. Pogg. Ann. 1864, **121**, 200 f.

Digitized by Google

Axen $oo_1 = 40^0\,21$. Da $bb = \frac{1}{\beta\beta} = 0{,}42092$, so ergiebt sich zur Bestimmung von a und c und damit zur Bestimmung der Hauptbrechungscoefficienten α und γ die Relation:

$$\sin^2\tfrac{1}{2}oo_1 = 0{,}11917 = \frac{a^2-b^2}{a^2-c^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Eine zweite Relation für α und γ fliesst aus der Beziehung, welche F. E. Neumann*) zwischen den optischen Elasticitätsaxen und den in der Ebene der optischen Axen gemessenen Entfernungen der schwarzen Ringe in dem Axenbild aufgestellt hat:

$$\frac{d\,(a^2-c^2)}{2\lambda b^3} \cdot \frac{\sin u_1 \cdot v_1}{\cos\varphi_1} = \pm n \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Hierin bedeutet d die Dicke der planparallelen Krystallplatte, deren Begrenzungsflächen senkrecht zur optischen Mittellinie stehen, λ die Wellenlänge des angewandten homogenen Lichts; u_1 und v_1 sind die Winkel, welche im Innern der Krystallplatte die einem beliebigen dunklen Ringe entsprechende Strahlenrichtung mit den Richtungen der beiden wahren optischen Axen einschliesst; φ_1 ist der Winkel welchen dieselbe Strahlenrichtung mit der Richtung der optischen Mittellinie bildet; n ist die Nummer des betreffenden schwarzen Ringes an der jeweiligen optischen Axe, von dieser aus gerechnet; die Nummern der innern Ringe (welche nach der andern Axe hin liegen) und der äusseren (welche von der anderen Axe ab liegen) müssen mit entgegengesetzten Vorzeichen versehen werden. — Diese Formel setzt voraus, dass die Begrenzungsflächen des Plättchens genau senkrecht auf der optischen Mittellinie stehen. Dies ist bei dem vom Verf. untersuchten Kaliglimmer nicht genau der Fall, aber die Abweichung ist so gering, dass aus ihrer Vernachlässigung kein merklicher Fehler entspringt. — Die beobachteten, in der folgenden Tabelle enthaltenen Winkelwerthe sind Mittel aus je 7 Ablesungen jedes einzelnen Winkels, die sich zum Theil um 20′ von einander entfernen und mit einem wahrscheinlichen Fehler von 2′ behaftet sind. Die Ringe sind von der Axe (A oder B) an gezählt, die von ihnen umschlossen wird.

Nummer des Ringes	Axe A	Axe B	Differenzen
4. äusserer Ring	$40^0\,29'\,49''$	$40^0\,28'\,17''$	$+\ 1'\,32''$
3. äusserer Ring	$4\ 40\ 4$	$4\ 36\ 22$	$+\ 3\ 42$
2. äusserer Ring	$4\ 55\ 26$	$4\ 56\ 0$	$-\ 0\ 34$
1. äusserer Ring	$5\ 25\ 13$	$5\ 25\ 9$	$-\ 0\ 4$
Optische Axe	$6\ 10\ 3$	$6\ 9\ 3$	$+\ 1\ 0$
1. innerer Ring	$7\ 52\ 22\frac{1}{2}$	$7\ 51\ 0$	$+\ 1\ 22\frac{1}{2}$
2. innerer Ring			

Aus diesen Werthen der Winkel in der Luft berechnete der Verf. (wegen des geringen Abstandes der Ringe von den optischen Axen mit Hülfe des mittleren Hauptbrechungscoefficienten) die Werthe der entsprechenden Winkel im Innern des Krystalles:

Nummer des Ringes	u_1	v_1	φ_1
4. äusserer Ring	$10^0\,22\frac{1}{2}'$	$50^0\,44\frac{1}{2}'$	$30^0\,33\frac{1}{2}'$
3. äusserer Ring	$8\ 12$	$48\ 39$	$28\ 23$
2. äusserer Ring	$5\ 47$	$46\ 9$	$25\ 58$
1. äusserer Ring	$3\ 6$	$43\ 28$	$23\ 17$
1. innerer Ring	$3\ 41$	$36\ 41$	$16\ 29$
2. innerer Ring	$8\ 34$	$31\ 48$	$11\ 37$

*) F. E. Neumann, Ueber die optischen Axen und die Farben zweiaxiger Krystalle im polarisirten Licht. Pogg. Ann. 1834. 88, 257. — Vgl. A. Müttrich, a. a. O. S. 206.

Digitized by Google

Bezeichnet man der Kürze wegen $\frac{d(a^2-c^2)}{2\lambda b^3}$ mit K, so ergiebt sich aus (2), wenn man die vorstehenden Werthe einträgt:

$$\begin{aligned}
4 &= 0{,}161933\,K = 4 \,.\, 0{,}040483\,K \\
3 &= 0{,}121540\,K = 3 \,.\, 0{,}040485\,K \\
2 &= 0{,}080942\,K = 2 \,.\, 0{,}040471\,K \\
1 &= 0{,}040745\,K = 1 \,.\, 0{,}040745\,K \\
1 &= 0{,}040025\,K = 1 \,.\, 0{,}040025\,K \\
2 &= 0{,}080135\,K = 2 \,.\, 0{,}040067\,K
\end{aligned}$$

oder im Mittel:

$$K = \frac{1}{0{,}040409} = 24{,}7461$$

Daraus folgt:

$$a^2 - c^2 = \frac{2\lambda b^3 \,.\, 24{,}7461}{d}$$

oder wenn mit Schwerd für die Wellenlänge des durch rothes Glas gegangenen Lichtes $\lambda = 0{,}000643$ mm gesetzt wird:

$$a^2 - c^2 = 0{,}018451$$

d. i. die gesuchte zweite Relation zur Bestimmung von a und c. Aus derselben und aus (1) folgt:

$$a = 0{,}65047, \quad c = 0{,}63481$$

Demnach ist:

$$\alpha = 1{,}53734, \quad \gamma = 1{,}57204.$$

Die Differenz zwischen den beiden für γ erhaltenen Werthe beträgt 0,00321.

Ref.: Th. Liebisch.

19. W. M. Hutchings (in Birkenhead): **Chrysocoll von Californien** (Chem. News, **36**, 18. Juli 13, 1877). Die Handstücke des in England unter dem Namen »mexikanisches Erz« verhütteten Chrysocolls aus Nieder-Californien zeigen zweierlei Varietäten, deren eine hart, glasig und schön blaugrün gefärbt ist, während ein anderer Theil eine weiche, lockererdige Beschaffenheit und blass bläulichweisse Farbe besitzt und zersetztem Feldspath gleicht. Die beiden Substanzen, von denen nur die letztere vor dem Löthrohr schmelzbar ist, lieferten, bei 95°C. getrocknet:

	Glasige Var.	Erdige Var.
SiO_2	67,07	46,45
CuO	24,95	39,15
PbO	0,26	0,41
Fe_2O_3	0,27	0,48
Al_2O_3	0,55	3,65
ZnO	0,09	0,10
CaO	0,81	0,80
MgO	0,37	0,82
H_2O	5,82	7,99
	100,19	99,85

Ausserdem Spuren von Kobalt, Mangan und Phosphorsäure. Hiernach ist das Mineral Chrysocoll (wenn diesem überhaupt eine bestimmte Zusammensetzung zugeschrieben werden kann), gemengt mit viel Opal; ausser diesem ist Quarz in feiner Vertheilung vorhanden, und zwar wurde der Gehalt an solchem durch eine approximative Trennung in der glasigen Varietät 3%, in der erdigen 1% gefunden.

Ref.: P. Groth.

Digitized by Google

XIII. Ueber die Lichtreflexe schmaler Krystallflächen*).

Von

M. Websky in Berlin.

Hierzu Taf. V.

Im Bereiche der angewandten Krystallographie bedarf die Deutung der Reflexerscheinungen, welche bei Benutzung des Reflexions-Goniometers zum Messen von Flächenwinkeln an Krystallen erhalten werden und die wesentlichste Grundlage ihrer Morphologie bilden, noch einer präcisen Klärung. Allerdings sind dieselben auf allgemein bekannte Gesetze zurückzuführen; sie haben aber in dem vorliegenden Falle bei grosser Mannigfaltigkeit eine Gestaltung, welche von der Weise, diese Gesetze darzustellen, etwas abweicht.

Dass bei den Goniometer-Reflexen nicht allein die relative Stärke des Lichtes, sondern auch Interferenz-Erscheinungen ins Auge zu fassen seien, scheint zuerst von Grailich in der Einleitung zu seinen krystallographisch-optischen Untersuchungen (Wien 1858. S. 2) hervorgehoben zu werden. Er beobachtete, dass beim Gebrauch eines Mitscherlich'schen Goniometers mit zwei Fernröhren das als Signal benützte, reflectirte Fadenkreuz häufig wider Erwarten verschwommen erscheine und nimmt, neben allzukleinen Dimensionen, als wahrscheinliche Ursache eine feine Streifung der spiegelnden Fläche an, die man nur mit Mühe durch die Lupe entdecken könne und für welche eben das Verschwimmen des Fadenkreuzes das empfindlichste Kriterium sei.

Bei dieser, allerdings auf Interferenz-Erscheinungen hindeutenden Erklärung ist demselben doch die eingreifende Bedeutung derselben entgangen.

---

*) Im Auszuge aus dem Monatsber. der K. Akad. der Wiss. zu Berlin (1878. p. 132—144, 501—513) vom Verf. mitgetheilt.

Digitized by Google

Es kommen nämlich, auch bei der vollkommensten Oberflächen-Beschaffenheit, nur dann scharfe Reflexe eines gespiegelten Signals zu Stande, wenn der reflectirende Theil der spiegelnden Krystallfläche nicht durch ihre concreten Grenzen zweiseitig eingeschränkt wird.

Es verhält sich nämlich eine schmale, von zwei parallelen Kanten begrenzte spiegelnde Fläche, in Bezug auf den reflectirten Strahl, wie ein schmaler Spalt zu durchfallendem Licht, so dass der Reflex in ein mehr oder minder dilatirtes, symmetrisches, von dunklen Interferenzstreifen durchschnittenes Spectrum aufgelöst wird.

Wenn daher als Signal ein Fadenkreuz benützt wird, welches in Bezug auf seine Wirkung als ein sehr eng begrenzter dunkler Streifen zwischen breiten Lichtflächen zu betrachten ist, bedarf es nur einer sehr geringen Dilatation der letzteren, um die dunkle Marke zuzudecken und ist überhaupt das Fadenkreuz für den Gebrauch der Winkelmessung an Krystallen wenig geeignet.

Ungleich weiter kann man die Reflexerscheinungen an Krystallflächen verfolgen, wenn man einen schmalen Spalt in dunklem Felde als Signal benützt, weil alsdann die Dilatation des gespiegelten Lichtes zwar eine Abschwächung seiner Intensität herbeiführt, dabei aber die verhüllte Position durch die hellste Stelle des Spectrum's kenntlich bleibt und bei der Empfindlichkeit des Auges für symmetrische Intensität noch mit grosser Schärfe eingestellt werden kann.

Der Bogenabstand je zweier, symmetrisch um die hellste Stelle in dem Dilatations-Spectrum auftretenden dunklen Interferenzstreifen ist abhängig von der Wellenlänge ω des verwendeten Lichtes und der wirksamen Breite der Fläche $= b \cos \varrho$, wenn b die concrete Länge ihrer Intersection mit der Reflexionsebene, ϱ den Reflexionswinkel bedeutet, und zwar gilt für den Abstand der beiden ersten, den centralen Theil zunächst begrenzenden Interferenzstreifen, den ich $2\Delta_1$ nennen will, der Ausdruck

$$\sin \Delta_1 = \frac{\omega}{b \cos \varrho}$$

für das folgende Paar $\sin \Delta_2 = \frac{2\omega}{b \cdot \cos \varrho}$ u. s. w.

Die Richtung, in der die Dilatation erfolgt, ist abhängig von der Richtung der Begrenzungen der Krystallfläche und steht rechtwinklig auf diesen, während die Interferenzstreifen mit der Richtung der Begrenzung parallel gehen. Nur wenn die Richtungen der beiderseitigen Begrenzungen einen parallelen Verlauf haben, ist die Dilatation eine in einer Richtung liegende und in dem allerdings am häufigsten vorkommenden Falle, dass die Begrenzungen der reflectirenden Fläche wohl ausgebildete Kanten der justirten Zone sind, in der Richtung, in der die Winkelmessung erfolgen soll, zu finden.

Digitized by Google

Wenn die Länge b eine erhebliche Grösse hat, fallen die Abstände $2\Delta_1$, $2\Delta_2$ äusserst klein aus, und da die Zwischenräume zwischen den Interferenzstreifen eine von der Mitte abfallende Helligkeit zeigen, so concentrirt sich bei breiten Flächen der Bogen, innerhalb welcher die Dilatation bemerkbar sein könnte, auf ein in den Grenzen der geforderten Präcision liegendes Minimum, welches den erzielten Reflex dem einer unbegrenzten reflectirenden Fläche nahezu identisch erscheinen lässt.

Man kann allerdings bei schmalen Flächen auch an dem einfachen Wollaston'schen Goniometer die in Rede stehende Erscheinung wahrnehmen, wenn man im dunklen Raume eine ferne Lichtflamme reflectiren lässt, zu einer discutirbaren Präcision gelangt sie aber erst bei vervollkommneten Instrumenten, wenn an denselben die Linsenapparate sorgfältiger, als dies gewöhnlich der Fall ist, ausgeführt sind.

Ich habe bei den folgenden Versuchen ein nach dem System Babinet gebautes Goniometer benützt, an welchem durch einen 0,085 mm breiten, von einem Petroleum-Breitbrenner erleuchteten Spalt das Licht einen achromatischen Collimator von 400 mm Brennweite und 19 mm Oeffnung und dann dem justirten Krystall zugeführt wird; der Reflex erfährt durch ein Fernrohr mit gleich construirtem Objectiv eine zweifache Vergrösserung. Der scheinbare Bogenwerth des von unbegrenzter Fläche reflectirten Spaltbildes beträgt 0° 4′ 40″ im Mittel bei einer Einstellungs-Präcision von $\pm 0°0'20''$, darunter den Winkel verstanden, um welchen die reflectirende Fläche gedreht werden muss, um die erhellte Breite des Bildes an dem Faden des Beobachtungs-Fernrohres vorüber zu führen.

Eine Verbreiterung dieses Reflexes wurde schon bemerkbar, wenn der Werth $b\cos\varrho = 1$ mm betrug, also unter Umständen, die man als die günstigsten in der goniometrischen Praxis betrachten kann; nimmt man nämlich die Wellenlänge für den hellsten Theil des Petroleum-Lichtes $\omega = 0{,}00058$ mm, so ergiebt sich $2\Delta_1 = 0° 3' 58''$.

Bei einer wirksamen Flächenbreite $b.\cos\varrho = 0{,}1$ mm, ist $2\Delta_1 = 0° 39' 52''$; nichtsdestoweniger kann man selbst dann noch mit ziemlicher Sicherheit die hellste Stelle des centralen Streifens auf den Faden des Beobachtungsfernrohres einstellen.

Sinkt die wirksame Breite auf 0,01 mm, dann wird $2\Delta_1 = 6° 39'$ und ist dann der Reflex in einem kaum noch erkennbaren Lichtbogen, welcher sich wie ein Band in der Reflexebene hinzieht ausgedehnt.

Das Erscheinen derartiger leuchtender Bänder, welche bei lichtstarken Beobachtungsröhren ausserordentlich häufig getroffen werden, ist daher nicht nothwendiger Weise auf gerundete Oberflächen-Elemente der Zone — die allerdings vorkommen — zurückzuführen; dieselben können mit mehr Wahrscheinlichkeit auf das Auftreten sehr schmaler Flächen der Zone gedeutet werden und zwar wird man, sobald die Interferenzstreifen sich

Digitized by Google

noch deutlich abheben, aus dem Abstande $2\Delta_1$ nach dem Ausdruck $b = \frac{\omega}{\sin \Delta_1 \cos \varrho}$ auf die concrete Breite der Fläche in der Zonenrichtung schliessen können.

Um die Art der Reflexerscheinungen in ihrer einfachsten Gestaltung zu exemplificiren, lasse ich die Abmessungen der Winkel zwischen drei ganz vollkommen ausgebildeten Krystallflächen bei vier verschiedenen Incidenzwinkeln folgen.

An einem ausgewählten Epidot-Zwilling von der Knappenwand in Unter-Sulzbach, Salzburg, sind aus den mit $\pm$ 0°0′3″ wahrscheinlichem Fehler gemessenen Normalenbögen

$$n \mid s = 35^0\,14'\,58'',\ n \mid T = 69^0\,2'\,0'',\ n \mid z = 29^0\,4'\,18'',$$
$$n = \bar{1}.1.1,\ z = 1.1.0,\ T = 1.0.0,\ s = 0.1.0$$

die Elemente $a:b:c = 0{,}8748674 : 0{,}5544899 : 1$

$\beta = 115^0\,25'\,39{,}4''$ abgeleitet worden.

Daraus berechnen sich für die Zone n, q, z, in der

$n = 1.1.\bar{1}$, $q = 2.2.\bar{1}$, $z = 1.1.0$ sich begegnen,

die Normalenbögen

$$n \mid q = 14^0\,34'\,7'',\ q \mid z = 14^0\,33'\,11'',\ n \mid z = 29^0\,4'\,18''.$$

Die Fläche n ist in besagter Zone über 1,8 mm breit und auf der einen Seite nicht mit der Zonenaxe parallel begrenzt; sie komme hier nur als Ausgangspunkt in Betracht.

Die Fläche q hat, normal zur Zonenaxe, eine Breite von 0,29 mm, die Fläche z eine solche von 1,05 mm. Alle drei Flächen sind vollkommen ausgebildet; man kann unter dem Mikroskop keine Unebenheit entdecken. Als Signal diente der Spalt von 0° 1′ 40″ Bogenwerth.

Bei einem Incidenzwinkel $\varrho = 14^0\,10'\,45''$ wird für q der Werth $b.\cos\varrho = 0{,}271$ mm, für $z = 1{,}018$ mm. Die Messung ergab

	Stelle des Reflexes	Goniometer-Position		
n	Rand	203° 58′ 50″	0° 1′ 40″	
	Hellstes	58′ 0″		
	Rand	57′ 10″		
q	I. Streifen	189° 31′ 40″		
	I. Auslöschung	189° 30′ 25″		$2\delta_1 = 0^0\,8'\,25'' = \Delta_1$
	Rand	189° 29′ 10″	0° 5′ 40″	$\omega = 0{,}00066$
	Hellstes	26′ 30″		
	Rand	23′ 30″		
	I. Auslöschung	189° 22′ 0″		
	I. Streifen	189° 20′ 30″		

Digitized by Google

	Stelle des Reflexes	Goniometer-Position		
z	I. Streifen	bemerkt		
	Rand	174° 54′ 30″		
	Hellstes	53′ 30″	0° 2′ 10″	
	Rand	52′ 20″		
	I. Streifen	bemerkt		

Gemessen: $n \mid q = 203^0\,58'\,0'' - 189^0\,26'\,30''$
$= 14^0\,31'\,30''$

$n \mid z = 203^0\,58'\,0'' - 174^0\,53'\,30''$
$= 29^0\,4'\,30''$

Incidenz-Winkel $= 38^0\,7'\,30''$; für q wird $b\cos\varrho = 0{,}220$ mm, für $z = 0{,}826$ mm. Die Messung ergab:

	Stelle des Reflexes	Goniometer-Position			
n	Rand	85° 46′ 0″			
	Hellstes	45′ 10″	0° 1′ 50″		
	Rand	44′ 10″			
q	II. Auslöschung	71° 23′ 35″			
	I. Streifen	71° 22′ 40″			
		19′ 0″			
	I. Auslöschung	71° 18′ 5″		$2\delta_1 =$	$2\delta_2 = 0^0\,19'\,25''$
	Rand	71° 17′ 10″		0° 9′ 25″	$= \Delta_2$, $\omega =$
	Hellstes	14′ 10″	0° 8′ 10″	$= \Delta_1$,	0,00062
	Rand	9′ 0″		$\omega =$	
	I. Auslöschung	71° 8′ 40″		0,00060	
	I. Streifen	71° 8′ 20″			
		4′ 50″			
	II. Auslöschung	71° 4′ 10″			

z	I. Streifen	46° 43′ 10″		
	I. Auslöschung	46° 42′ 40″		
	Rand	46° 42′ 10″		
	Hellstes	40′ 20″	0° 3′ 20″	0° 4′ 20″
	Rand	38′ 50″		
	I. Auslöschung	46° 38′ 20″		
	I. Streifen	46° 37′ 50″		

Digitized by Google

Gemessen: $n \mid q = 85^0\ 45'\ 10'' - 71^0\ 14'\ 10''$
$= 14^0\ 31'\ 0''$

$n \mid z = 85^0\ 45'\ 10'' - 46^0\ 40'\ 20''$
$= 29^0\ 4'\ 50''$

Incidenz-Winkel $= 69^0\ 15'\ 10''$: für q wird $b \cdot \cos\varrho = 0.099$ mm; für $z = 0{,}372$ mm. Die Messung ergab:

	Stelle des Reflexes	Goniometer-Position				
n	Rand	$357^0\ 16'\ 30''$				
	Hellstes	$14'\ 40''$	$0^0\ 1'\ 50''$			
	Rand	$13'\ 40''$				
q	II. Streifen	$343^0\ 12'\ 10''$				
		$6'\ 10''$				
	II. Auslöschung	$343^0\ 4'\ 5''$				
	I. Streifen	$343^0\ 2'\ 0''$				
		$342^0\ 55'\ 50''$				
	I. Auslöschung	$342^0\ 54'\ 50''$		$2\delta_1 = 0^0\ 20''$	$2\delta_2 = 0^0\ 38'\ 45''$	
	Rand	$342^0\ 53'\ 50''$		$40'' = \Delta_2$,	$= \Delta_2$, $\omega =$	
	Hellstes	$43'\ 50''$	$0^0\ 18'\ 40''$	$\omega =$	0,00056	
	Rand	$35'\ 10''$		0,00060		
	I. Auslöschung	$342^0\ 34'\ 10''$				
	I. Streifen	$342^0\ 33'\ 10''$				
		$27'\ 30''$				
	II. Auslöschung	$342^0\ 25'\ 20''$				
	II. Streifen	$342^0\ 23'\ 10''$				
		?				

z	II. Streifen	$328^0\ 19'\ 10''$			
	II. Auslöschung	$328^0\ 17'\ 15''$			
	I. Streifen	$328^0\ 15'\ 20''$			
	I. Auslöschung	$328^0\ 14'\ 5''$			
	Rand	$328^0\ 12'\ 50''$			
	Hellstes	$10'\ 10''$	$0^0\ 5'\ 40''$	$0^0\ 8'\ 20''$	$0^0\ 15'\ 0''$
	Rand	$7'\ 10''$			
	I. Auslöschung	$328^0\ 5'\ 45''$			
	I. Streifen	$328^0\ 4'\ 20''$			
	II. Auslöschung	$328^0\ 2'\ 15''$			
	II. Streifen	$328^0\ 0'\ 10''$	(?)		

Digitized by Google

Gemessen: $n \mid q = 357^0\ 14'\ 40'' - 342^0\ 43'\ 50''$
$= 14^0\ 30'\ 50''$

$n \mid z = 357^0\ 14'\ 40'' - 328^0\ 10'\ 10''$
$= 29^0\ 4'\ 30''$

Incidenzwinkel $= 83^0\ 30'\ 20''$; für q wird $b \cos \varrho = 0{,}034$ mm, für $z = 0{,}119$ mm. Die Messung ergab:

	Stelle des Reflexes	Goniometer-Position			
n	III. Streifen	347° 40′ 0″			
		III. Auslöschung	347° 37′ 25″		
	II. Streifen	347° 34′ 50″			
		II. Auslöschung	347° 32′ 55″		
	I. Streifen	347° 31′ 0″			
		I. Auslöschung	347° 29′ 10″		
	Rand	347° 27′ 20″			
	Hellstes	25′ 10″	0° 6′ 10″		
	Rand	24′ 10″		0° 9′ 20″	
	I. Streifen	347° 18′ 30″			
		II. Auslöschung	347° 16′ 20″		
	II. Streifen	347° 14′ 10″			
		III. Auslöschung	347° 12′ 5″		
	III. Streifen	347° 10′ 0″			0° 16′ 35″

0° 25′ 20″

Concrete Breite $= b$ von n ohngefähr:
ad I $= 4{,}887$ mm
ad II $= 2{,}126$ -
ad III $= 2{,}048$ -
Mittel $= 2{,}030$ mm

Digitized by Google

	Stelle des Reflexes	Goniometer-Position			
q	I. Streifen	334° 3′ 0″			
		333° 28′ 30″			
	I. Auslöschung	333° 23′ 0″			
	Rand	333° 17′ 30″			$2\delta_1 = 0^\circ 56' 55'' = \Delta_1$
	Hellstes	332° 54′ 30″	0° 44′ 20″		$\omega = 0{,}00054$
	Rand	33′ 10″			
	I. Auslöschung	332° 26′ 5″			
	I. Streifen	332° 19′ 0″			
		331° 50′ 0″			
z	II. Streifen	?			
		318° 45′ 0″			
	II. Auslöschung	318° 43′ 10″			
	I. Streifen	318° 41′ 20″			
		35′ 10″			
	I. Auslöschung	318° 32′ 55″			
	Rand	318° 30′ 40″	0° 18′ 50″	0° 23′ 25″	0° 46′ 20″
	Hellstes	20′ 30″			
	Rand	11′ 50″			
	I. Auslöschung	318° 9′ 30°			
	I. Streifen	318° 7′ 10″			
		0′ 20″			
	II. Auslöschung	317° 56′ 40″			
	II. Streifen	317° 53′ 0″			
		?			

Gemessen: $n \mid q = 347^\circ 25' 10'' - 332^\circ 54' 30''$
$= 14^\circ 30' 40''$

$n \mid z = 347^\circ 25' 10'' - 318^\circ 20' 30''$
$= 29^\circ 4' 40''$

Bei diesen Versuchen war der Krystall so centrirt, dass die Mitte der Fläche q genau in der Axe des Instrumentes und so genau es anging, in der optischen Axe des Beobachtungs-Fernrohres lag, die Fläche z dagegen in seitlicher Lage reflectirte; aus diesem Grunde sind die Abmessungen der den Reflex von z begleitenden Interferenz-Erscheinungen mit einem Fehler behaftet, und führen durchschnittlich auf $\omega = 0{,}0008$, während bezüglich der Fläche q plausible Zahlen aufkommen.

Digitized by Google

Als Einstellungsmarke für goniometrische Messung der Neigungswinkel breiter und vollkommener Flächen ist das Reflexbild eines schmalen Spaltes, von dem der Faden des Beobachtungsfernrohres ein Dritttheil bis ein Fünftheil der Breite deckt, vollkommen brauchbar; bei der Empfindlichkeit des Auges für die Ungleichheit des Lichtwerthes der von einem nicht genau in der Mitte stehenden Faden gebildeten Theile genügt eine zweimalige Vergrösserung im Beobachtungsfernrohr um mit der Präcision einer halben Minute einzustellen.

Bei erheblicher Dilatation des Reflexes schmaler Flächen ist aber ein breiter Spalt vortheilhafter, weil durch einen solchen die Lichtwirkung erhöht wird und die Mitte des Reflexes sich deutlicher als Culmination derselben hervorhebt.

Um die Vortheile eines schmalen und die eines breiten Spaltes zu vereinigen, bediene ich mich seit längerer Zeit eines in der Mitte eingeengten Spaltes, dadurch hervorgebracht, dass im Brennpunkt des Collimators vor einer 6 mm breiten runden Oeffnung neben einander in der Richtung der Reflexionsebene zwei conisch gerandete runde Scheiben von 12 — 14 mm Durchmesser etwas verschiebbar angeschraubt sind; letztere werden so eingestellt, dass im Beobachtungsfernrohr eben noch ein Zwischenraum an der Stelle ihrer grössten Nähe erblickt wird. Wenn die Reflexe dilatirt sind, so verdunkelt sich allerdings die Gegend der schmalsten Stelle des Zwischenraumes, die zu beiden Seiten derselben aber hell bleibenden Theile des Reflexes besitzen nach der Mitte zu convergirende Contouren, deren auf einander zugekehrte Spitzen durch den Faden des Beobachtungsfernrohres mit ziemlicher Sicherheit halbirt werden können.

Die zu beiden Seiten des centralen Theiles des dilatirten Reflexes liegenden, von Auslöschungen abgetrennten Lichtstreifen haben die Form von Kreissegmenten, indem sich in Folge des Helligkeits-Gegensatzes ihre äusseren Conturen schärfer abheben als die inneren.

In der anliegenden photographischen Tafel V — durch starke Verkleinerung von im grossen Massstabe ausgeführten Zeichnungen erzielt, — ist in

Fig. 1 das Reflexbild des eingeengten Spaltes, hervorgebracht durch eine über 1 mm breite, vollkommene Fläche dargestellt, fast genau in der Grösse, wie sie im Beobachtungsfernrohr erblickt wird; die gesammte Vergrösserung des Signals ist $^8/_3$, von der $^6/_3$ durch den Collimator bewirkt wird; das kreisförmige, von zerstreutem Licht erhellte Gesichtsfeld hat 8° 30′ Durchmesser, einer Axendrehung von 4° 15′ entsprechend.

Fig. 2 ist das Reflexbild desselben Signals, hervorgerufen von einer mit 0,1 mm Breite wirkenden Fläche.

Fig. 3 zeigt das Reflexbild bei 0,05 mm wirksamer Breite,

Fig. 4 dasselbe bei 0,02 mm wirksamer Breite und

Digitized by Google

Fig. 5 dasselbe bei 0,04 mm wirksamer Breite.
Damit ist aber auch die Grenze erreicht, innerhalb der man noch auf Reflexwirkung rechnen kann; immerhin tritt die letztgenannte Erscheinung noch deutlich an dunkelfarbigen Krystallen, im dunkelen Raume und bei möglichster Abblendung der Nebenlichter hervor.

Man kann die Helligkeit der Reflexe so schmaler Flächen auch erhöhen, wenn man in einiger Entfernung vom Signal eine Linse von kurzer Brennweite anbringt und durch dieselbe ein verkleinertes Bild der Flamme eines Petroleum-Breitbrenners, mit der schmalen Seite dem Spalt zugekehrt, auf diesen werfen lässt.

Die eigenthümliche Gestalt des Reflexbildes sowohl, als auch die bei gemischtem Licht in demselben auftretenden Farben erleichtern die Unterscheidung des centralen Theiles von den durch Auslöschungen getrennten Nebenculminationen. Sieht man von der weiter unten zu erwähnenden gegenseitigen Beeinflussung nahe an einander liegender Reflexe ab, so erscheint bei Petroleum-Beleuchtung der centrale Haupttheil des Reflexes in den breiten auswärts liegenden Hälften blaulichweiss, umsäumt von einem braungelben Rande; die seitlich liegenden Nebenculminationen sind auf der innern Seite reiner blau, auf der äusseren reiner roth gefärbt; dieser Gegensatz ist deutlich zu erkennen, wenn man den Faden auf die hellste, neutral gefärbte Stelle bringt.

Durch diese Anordnung der Farben, die in der Verschiedenheit der Wellenlängen ihren leicht erkennbaren Grund hat, kann man die Richtung erkennen, in der man den centralen Haupttheil zu suchen hat, wenn er in Folge gegenseitiger Beeinflussung in Bezug auf Lichtstärke gegen die der Nebenculminationen zurücksteht.

Vom Standpunkt des Interesses für genaue Einstellung kann man die Reflexe schmaler Flächen und die ihnen ähnlichen Erscheinungen nach der Präcision ihrer Begrenzung unterscheiden, so dass man einem Bilde gleich dem Reflexe von Fig. 1 die Qualität von Ein-Millimeter-Präcision, einem Bilde gleich dem centralen Theile von Fig. 2 die Qualität von Einzehntheil-Millimeter-Präcision beilegt, u. s. w., was sich bei der Discussion singulärer Reflex-Complexe als bequem empfehlen dürfte.

Wenn die Reflexe von zwei Flächen so nahe an einander liegen, dass dieselben sich im Bereiche ihrer Seitenstrahlen befinden, so vereinigen sich die Lichteffecte der letzteren zu einer gemeinschaftlichen Reihe von Culminationen, die sich in dem Bogen zwischen den Reflexen durch eine erhöhte Lichtstärke und singuläre Abstände bemerklich machen. Diese letzteren und die damit im Einklang stehenden Grade der Präcision der Nebencul-

Digitized by Google

minationen variiren in der Weise, dass unmittelbar an dem dilatirteren der beiden centralen Theile, auf der Seite nach dem präciseren zu, die Nebenculminationen alsbald näher aneinander treten und präciser werden, als auf der entgegengesetzten Seite, während sich anderseits an dem weniger dilatirten centralen Reflextheil, in der Richtung nach dem dilatirteren zu, sogleich grössere Abstände zeigen als auf der Aussenseite desselben. Auch an Reflexen von sehr breiten Flächen erscheinen auf der Seite nach einem naheliegenden dilatirten Reflexe zu anfänglich sehr gedrängte, dann weiter abstehende Culminationen.

Eine derartige Erscheinung ist in Fig. 10 dargestellt; durch eine Fläche $n = 1.1.\bar{1}$ eines Epidot-Zwillings setzt parallel mit der Zwillingsebene eine Lamelle des zweiten Individuums hindurch, deren Oberfläche ohngefähr 0° 12′ 20″ von der der Fläche n abweicht und den dilatirten Reflex neben dem präcisen bildet.. Die Fläche n ist nahe 2 mm breit, und würde, allein reflectirend, keine bemerkbare Seitenculminationen erkennen lassen; die Lamelle ist ganz schmal und zeigt auf der von dem präcisen Reflex abgewendeten Seite die erste Auslöschung in etwa 0° 10′ 26″ Abstand; auf der nach dem präcisen Reflex angewendeten Seite treten dagegen in dem Bogen von 0° 12′ 20″ mindestens vier Nebenculminationen auf, deren letzte sich ganz nahe an den präcisen Reflex anlehnt. Die auf der äusseren Seite des Reflexes von n angedeuteten ganz schwachen Culminationen rühren von schmalen mit n parallel liegenden Flächenrudimenten her.

Aber auch die centralen Theile der Reflexe werden durch den gegenseitigen Einfluss alterirt; der dilatirtere Reflex nimmt auf der Seite nach dem präciseren zu eine mehr rothe Färbung an, als auf der entgegengesetzten Seite.

Unter besonderen Verhältnissen kann eine mehr oder minder vollkommene Auslöschung eines dilatirten, lichtschwachen Reflexes durch das Seitenlicht eines stärkeren erfolgen, wenn nämlich der Fall so liegt, dass dem, dem centralen Lichte des schwachen Reflexes begegnenden Theil des Seitenlichtes im stärkeren zur völligen Auslöschung ein Phasen-Antheil fehlt, den grade der schwache vertritt.

Das Verhältniss, unter dem die völlige Auslöschung erfolgt, verändert sich aber mit dem Einfallswinkel und besteht nur bei einer singulären Grösse desselben, so dass bei einer Veränderung desselben der unterdrückte Reflex zum Vorschein kommt; die Erscheinung wird sich daher in der Mehrzahl von Fällen als partielle Auslöschung der Beobachtung darbieten. Ein auf diese Weise abgeschwächter centraler Theil eines Reflexes steht zwischen den blauen Seiten zweier, einander relativ nahe stehenden, jenen an Lichtstärke übertreffenden Seiten-Culminationen und zeigt die bräunlich-gelbe Farbe, welche bei voller Entwicklung seinem Rande zukommt. Durch eine geringe Veränderung des Incidenzwinkels kann man denselben

Digitized by Google

einerseits heller entwickeln, wobei er an Breite zunimmt, während eine Veränderung des Incidenzwinkels im entgegengesetzten Sinne zu seiner völligen Auslöschung führt.

Auch können zwei schwache und dilatirte von einander nicht weit abstehende Reflexe durch Vereinigung ihrer seitlichen Culminationen diese so verstärken, dass die letzteren auffälliger werden, als das blasse Licht ihrer centralen Theile, was zum Theil auf der physiologischen Eigenschaft des Auges für farbige Lichterscheinungen empfindlicher zu sein, als für ungefärbte, seinen Grund haben mag.

Von der Identität der Gestaltung der von schmalen Flächen hervorgebrachten Reflexerscheinungen mit den Interferenzerscheinungen des durch schmale Spalten fallenden Bildes des Signals kann man sich auch durch directe Versuche überzeugen, indem man — bei einem Babinet'schen Goniometer macht dies keine Schwierigkeit — das Beobachtungsfernrohr in die Richtung des Beleuchtungs-Apparates stellt, zwischen beide eine undurchsichtige, von einem Spalt durchbrochene Wand einschiebt, und durch diesen hindurch das Signal beobachtet.

Leichter kann man hierzu geeignete Präparate sich dadurch verschaffen, dass man eine Glasplatte mit einer undurchsichtigen Decke überzieht, und aus dieser schmale Streifen herausnimmt. Man überzieht Spiegelglasstücke — etwa Objectträger für Mikroskope, Vereins-Format — mit einer Lösung von chinesischer Tusche und verdickt den Auftrag durch Reiben mit dem Tuschprisma; nach dem Eintrocknen haucht man die aufgeleimte Decke an und stösst mit einer Messerschneide, Zirkelspitze oder meisselartig zugeschliffenen Nadelspitze geradlinigte Spähne aus derselben heraus, am besten unter Führung an einem Metall-Lineal.

Weniger gut fallen die Präparate aus, wenn man die Glasplatte auf der einen Seite mit etwas gelbem Bienenwachs warm überzieht, dieses über einer russenden Flamme schwarz rauchen lässt und in die so erhaltene Decke die Einschnitte macht; es wird nämlich in dem so beschaffenen Deckgrunde das Glas nicht an allen Stellen vollständig blossgelegt, so dass die mit einem so hergestellten Präparate erzielten Interferenz-Spectren weniger rein ausfallen, wohl aber kann man mit demselben Präparate den parallelen Reflex-Versuch anstellen, wogegen die Tuschdecke hierfür zu viel Licht reflectirt.

Die Breite der Einschnitte in den erforderlichen minimalen Dimensionen hat man nicht sehr in der Gewalt; man misst die der ausgewählten Präparate hinterher unter dem Mikroskop.

Wenn man in die geschwärzte Decke zwei parallele Einschnitte von der gleichen Breite b in dem Abstande a macht und durch dieses Spalten-

Digitized by Google

paar das Signal betrachtet, so erscheint der centrale, der Breite b entsprechende Theil des Dilatations-Spectrums zwischen den ersten Auslöschungen durch ein System secundärer Culminationen von der Präcision $2(b + a)$ zertheilt, welche von einer centralen symmetrisch gefärbten, durch Lichtstärke sich auszeichnenden Culmination in den Entfernungen D, wo $\sin D = \frac{\omega}{a+b}$, $= \frac{2\omega}{a+b}$ etc., abstehen.

Derartige Interferenz-Spectren sind auf der beiliegenden photographischen Abbildung

in Fig. 6, gebildet von zwei Spalten von 0,20 mm Breite und 0,12 mm Abstand,

in Fig. 7, gebildet von zwei Spalten von 0,09 mm Breite und 0,15 mm Abstand,

in Fig. 8, gebildet von zwei Spalten von 0,025 mm Breite und 0,123 mm Abstand

dargestellt.

Fügt man einem solchen Spaltenpaare noch eine dritte gleichbreite Spalte in gleichem Abstande hinzu, so bleiben die Dimensionen des Dilatations-Spectrums dieselben, nur tritt in der Mitte jeder Auslöschung noch eine lichtschwache Culmination von hoher Präcision hinzu.

Auch wenn man die Spalten ungleich breit macht, ist das Spectrum symmetrisch um eine centrale Culmination geordnet, es erhalten aber die Culminationen Abstände verschiedener Grösse.

Die theoretisch geforderte Coïncidenz der centralen Culminationen mit der Linie des direct gesehenen Lichtes wird bei der hier vorgeschlagenen Versuchsweise übrigens nur erreicht, wenn die verwendete Glasplatte genau planparallel ist; selbst wenn dieselbe nur äusserst schwach prismatisch ist, ergiebt sich eine merkliche Ablenkung. Dabei wird die Symmetrie des Spectrums nur erhalten, wenn man die geschwärzte Seite dem Beobachtungs-Fernrohr zukehrt; im andern Falle macht sich eine prismatische Form der Platte auch dadurch geltend, dass die Abstände der secundären Culminationen auf den beiden Seiten des centralen Theiles ungleich werden.

Diese letztere Verschiedenheit kann man auffällig machen, wenn man die Einschnitte in geschwärztes Wachs mit flüssigem Canadabalsam und einer dünnen Glasplatte deckt und geflissentlich den Parallelismus der letzteren mit der Grundplatte vermeidet.

Ein solches unsymmetrisch gemachtes Dilatations-Spectrum, erzeugt durch zwei Spalten von 0,066 mm und 0,180 mm Breite im Abstande von 0,126 mm, ist in Fig. 9 dargestellt.

Der Grund, dessentwegen auf diesen singulären Fall eingegangen wird, beruht auf dem Umstande, dass damit ein Analogon einer Reihe von Reflexerscheinungen erreicht wird, denen man in der krystallographischen

Digitized by Google

Praxis ausserordentlich häufig begegnet; ein solcher Fall ist in Fig. 11 dargestellt, hervorgebracht durch eine Fläche $y = 2.1.\bar{1}$ an dem oben erwähnten Epidot-Zwilling, angrenzend an die Fläche n, deren Reflex in Fig. 10 dargestellt ist.

Das Eigenthümliche dieser Erscheinung besteht darin, dass man an Stelle eines erwarteten einfachen Reflexbildes von einer gewissen Dilatation auf eine Gruppe von verhältnissmässig lichtschwachen Reflexbildern von hoher Präcision stösst, welche bald mehr, bald minder symmetrisch um eine centrale, lichtstärkere Culmination geordnet sind. Untersucht man die einen derartigen Reflex gebende Fläche in schiefer Beleuchtung unter dem Mikroskop — oder auf dem Goniometer unter Verwendung der vor das Objectiv des Beobachtungs-Fernrohres zu setzenden Lupe — so findet man, dass sie in der Richtung der Zone, in der die Messung erfolgt, in Streifen zerschnitten ist, die einzeln viel zu geringe Breite haben, um Reflexe von so hoher Präcision zu geben.

Diese Reflexbilder sind nach den oben berührten Analogien secundäre Culminationen der Interferenzspectren, nur wird die in ihnen sich fast immer bemerklich machende asymmetrische Anordnung um die hellste Culmination nicht durch eine prismatische Ablenkung, sondern durch den Umstand herbeigeführt, dass die Unterbrechungen der reflectirenden Krystallfläche durch andere in der Zone der Messung liegende Oberflächen-Elemente von abweichender Richtung hervorgebracht werden, so dass die einzelnen gleichzeitig reflectirenden Theile zwar unter sich parallel sind, nicht aber in ein und derselben Ebene liegen, sondern aus Ebenen von verschiedener Distanz reflectiren.

In Folge des Gangunterschiedes, den die einzelnen denselben Weg einschlagenden reflectirten Lichtbündel besitzen, fällt die Hauptculmination nicht genau mit der Reflexrichtung zusammen, und ist eine Messung, welcher die Position einer solchen als Einstellungs-Marke zu Grunde gelegt wird, mit einem gewissen Fehler behaftet; ein Mittel, auf dem Wege des Experimentes die Grösse und Richtung dieser Ablenkung zu bestimmen, scheint sich leider nicht darzubieten; man kann aber wohl annehmen, dass dieselbe die Grenzen der zu beiden Seiten liegenden Nebenculminationen nicht überschreitet und die wahre Position zwischen der hellsten und der zweitstärksten Culmination belegen ist.

Der Normalbogen zwischen Fläche $n = 1.1.\bar{1}$ und $y = 2.1.\bar{1}$ in den in Fig. 10 und Fig. 11 abgebildeten Fällen beträgt nach den Elementen berechnet 23° 56′ 44″, die Messung des Bogens zwischen den hellsten Signalbildern der genannten Reflexe ergab 23°52′15″, also eine Abweichung von 0° 4′ 29″. Die Fläche n ist in ihrer Gesammtausdehnung 0,25 mm breit und zerfällt in schiefer Beleuchtung in zwei nicht ganz gleiche Theile, zwischen denen noch ein ganz schmaler Streifen liegt; ausserdem setzt sie

Digitized by Google

über eine ausgebrochene Stelle, an der der Körper des Krystalls vorspringt, ganz schmal weiter fort; der hier zuletzt erwähnte Theil ist an den Interferenzerscheinungen nicht betheiligt, wie weiter unten dargethan wird; keiner der durchschnittlich 0,1 mm breiten mitwirkenden Theile kann Reflexe von der Präcision der in Fig. 11 dargestellten Haupt-Culmination geben. Der Abstand der der letzteren zunächst liegenden stärksten Nebenculmination beträgt $+ 0^0\ 4'\ 10''$, so dass der Bogen zwischen dieser und dem Reflexe von n auf den Werth $= 23^0\ 56'\ 25''$ sich erhöht und nahezu die theoretisch geforderte Grösse erreicht. Auf der anderen Seite des besagten Zwillings misst der Normalenbogen $n\,|\,y = 23^0\ 55'\ 20''$ bei nahezu vollkommener Oberflächenbeschaffenheit und erheblicher Breite.

Die Unterbrechung einer Krystallfläche durch solche anderer Richtung und die damit verbundene parallele Verschiebung der reflectirenden Oberflächentheile bedingt übrigens noch andere bemerkenswerthe Modificationen der Reflexerscheinung.

Ist der Normalabstand von zwei getrennten Flächentheilen $= n$, so besitzen die von ihnen reflectirten, denselben Weg einschlagenden Lichtbündel einen Gangunterschied $= 2n\cos\varrho$. Sind die reflectirenden Flächenbreiten gleich und ist $2n\cos\varrho$ ein ungrades Multiplum der halben Wellenlänge eines homogenen Lichtes, so werden sich die centralen Theile ihres Interferenz-Spectrums auslöschen, im gemischten Licht aber nur innerhalb kleiner Werthe des Gangunterschiedes unterdrücken; es genügen anderseits schon ausserordentlich kleine Depressionen der Krystallfläche um das Verschwinden der centralen Theile des Interferenzspectrums unter gewissen Incidenzwinkeln zu bewirken; sobald die Verschiebungen in graphisch darstellbare Dimensionen übergehen, hört der zur Auslöschung führende gegenseitige Einfluss auf, es decken sich einfach die Reflexbilder in der jedem einzelnen Theile entsprechenden Dilatation.

Damit diese Auslöschung auffällig werde, gehört aber auch ferner, dass die wirksame Breite der reflectirenden Flächentheile so schmal ist, dass die Seitenculminationen einen bemerkbaren Abstand besitzen, weil diese, auch bei Unterdrückung des centralen Theiles, erhalten bleiben und dabei sich der Position des letzteren nähern.

Die auffallendsten Beispiele geben die sogenannten starkgestreiften Flächen, welche durch ein zahlreich in schmalen Streifen sich wiederholendes Auftreten zweier oder mehrerer in derselben Zone liegenden Flächenrichtungen entstehen; jeder einzelne dieser Complexe gleicher Richtung giebt ein äusserst dilatirtes Reflexbild mit einer sehr überwiegend hervortretenden centralen Culmination von hoher Präcision, wie die Spectren

Digitized by Google

berusster Flächen; man findet nicht gerade selten, dass diese centralen Culminationen unter gewissen Incidenzwinkeln gänzlich verschwinden, wie dies die steilen Rhomboëder zwischen dem Gegenrhomboëder r' des Quarzes und der Säulenfläche besonders häufig zeigen.

Ist die Streifung eine sehr feine, wie sie Grailich in dem oben (S. 241) angeführten Citat im Sinn hat, d. h.: die unterbrechenden Flächenelemente sind relativ sehr schmal gegen die zwischen ihnen liegende Breite der dominirenden Flächenrichtung, so erscheint ein Centralreflex von grösserer Dilatation, als die Gesammtbreite der Fläche erwarten lässt, umgeben von einem bald vollkommen verwaschenen, zuweilen etwas gegliederten Nebenlicht.

Bei Beobachtungen der Reflexe getheilter Flächen ist auch auf die Wirkung des zweimal reflectirten Lichtes Rücksicht zu nehmen, welches durch die Existenz des einspringenden Winkels in der Krystalloberfläche bedingt wird. Wenn in dem einfachsten Falle eine Krystallfläche f einmal durch eine schmale zweite Fläche g unterbrochen wird, die den Normalbogen k mit der Richtung der ersteren macht, so entsteht ein ausspringender und ein einspringender Winkel von der Grösse $= 180^0 - k$. Fällt das Licht über die ausspringende Kante ein und giebt man dem Beobachtungs-Fernrohr den Winkel $180^0 - 2k$ gegen die Axe des Beleuchtungs-Apparates, stellt man ferner die den Krystall tragende Axe so, dass der Reflex von f in das Fadenkreuz tritt und dreht dieselbe in dem Sinne, den Reflex von g zu finden, so zweigt sich von dem abgehenden Reflexe von f das auf g fallende, von dem zurücktretenden Theile von f aufgefangene und zum zweiten Male reflectirte Licht in der Gestalt eines dilatirten Signalbildes ab und bleibt im Fadenkreuz scheinbar unverrückt stehen, bis nahezu das Reflexbild von g am Fadenkreuz angekommen ist; es erfüllt sich alsdann mit einem Mal der Bogen zwischen dem stehenden Reflex und dem ankommenden von g mit reflectirten, mehr oder minder secundär gegliederten Licht, das mit dem Eintritt des Reflexes von g ins Fadenkreuz verschwindet; diese plötzliche Ausdehnung der Reflexerscheinung beruht auf dem Umstande, dass der zurücktretende Theil der Fläche f eine gewisse endliche Breite hat, dass kurz vor Vollendung der Drehung der Axe um den Bogen k ein Theil des auf g fallenden Lichtes in grosser Dilatation zu directen Austritt gelangt und neben dem zweimal reflectirten Rest zum Vorschein kommt. Bald nach dem Erscheinen des Reflexes von g erlischt derselbe, weil er von dem zurücktretenden Theil der Oberfläche von f abgeblendet wird.

Wenn der Incidenzwinkel nicht genau $90^0 - k$ ist, erfolgt die Abspaltung des zweimal reflectirten Lichtes seitlich vom Fadenkreuz oder ausserhalb des Gesichtsfeldes im Beobachtungsfernrohr, und kommt alsdann die ganze Erscheinung nur in einzelnen Theilen oder gar nicht zur Conception.

Digitized by Google

Fällt das Licht zunächst in den einspringenden Winkel, so erfolgt die Erscheinung gleichfalls unter dem Incidenzwinkel $\varrho = 90^0 - k$, nur erlischt das zweimal reflectirte Licht kurz vor dem Eintritt des Reflexes von g gänzlich.

Diese bei ausgedehnten Flächen gut zu verfolgenden, singulären Reflexerscheinungen verlaufen bei minimaler Flächenbreite in ausserordentlich dilatirter Form und bewirken oft nur eine Verstärkung der Helligkeit der von den directen Reflexen herrührenden Neben-Culminationen unter merklicher Verschiebung derselben. Wenn die Zahl der einspringenden Winkel gleicher Art eine mehrfache ist, so beeinflussen sich die einzelnen zweimal reflectirten Lichtbündel unter einander und bilden gegliederte Systeme von Culminationen höherer Präcision, welche innerhalb gewisser Grenzen der Drehung der Instrumentsaxe bald stabil zu sein scheinen, bald, wenn sie im Bereich des Seitenlichtes directer Reflexe stehen, schnell wechselnde Erscheinungen bedingen. Aus diesem Grunde ist die Deutung der unter gewissen Incidenzwinkeln erzielten Reflexerscheinungen eine äusserst missliche, während die Benützung davon verschiedener Incidenzwinkel zu relativ einfacheren Phänomenen führt.

Die hier berührten Thatsachen machen ersichtlich, dass man bei Verwerthung von cumulirten Reflexen unumgänglich die unter successiver Veränderung des Incidenzwinkels aufkommenden Erscheinungen mit einander vergleichen muss; nur die in ihrer Position ganz oder nahezu constant bleibenden, wenn auch in ihrer Lichtstärke wechselnden Signalbilder deuten auf reflectirende Oberflächen-Theile. Wenn die Anhäufung der Signalbilder eine sehr grosse und die Notizführung eine sehr umständliche ist, gelingt es zuweilen dadurch schneller die centralen Culminationen zu erkennen, dass man vor dem Objectiv des Beobachtungsfernrohres einen 0,2—0,3 mm breiten, senkrecht auf die Reflexions-Ebene gehaltenen Spalt langsam in der Richtung der letzteren vorüber führt; durch das Hinzufügen der durch den Spalt hervorgerufenen Interferenzen in langsamer Bewegung werden die seitlichen Bilder noch mehr dilatirt und fortwährend verändert, während die centralen Culminationen, wenn sie eine höhere Präcision haben, in unveränderter, nur etwas mehr dilatirter Contur durch den Spalt hindurchtreten; centrale Culminationen von geringerer Präcision bewirken, dass bei ihrem Durchtritt das in der Mitte abgeschwächte Licht sich momentan zu vereinigen scheint.

Auch durch einfache Abschwächung des Lichtes, am besten durch eine vor das Signal gehaltene mehr oder minder stark berusste Glasplatte, kann man die secundären Culminationen so weit lichtschwach machen, dass nur

Digitized by Google

die centralen Culminationen, weil sie unter normalen Verhältnissen die lichtstärksten Theile sind, erkennbar übrig bleiben.

Krystallflächen von absoluter Regelmässigkeit sind äusserst selten; durchschnittlich geben alle über 1 mm breiten Krystallflächen Reflexe mit secundärer Gliederung; man kann dieselben aber auf einfachere Culminations-Complexe, ja auf einfache primäre Reflexe zurückführen, wenn man dieselben nach der bekannten, zuletzt von A. Descloizeaux empfohlenen Methode bis auf die Entfernung von etwa 0,5 mm von ihrer Grenzkante mit einer nicht reflectirenden Leimfarbe — Eisenroth, Zinnober — deckt. Auch in der Richtung senkrecht auf die Reflexionsebene lang ausgedehnte Krystallflächen sind vortheilhaft bis auf 2 mm Länge zuzudecken, weil die in ihrer Ausdehnung auftretende Verschiedenheit ihrer Breite ähnliche Gliederungen der Reflexerscheinungen bewirken, wie Unterbrechungen derselben.

Es mag schliesslich der Vollständigkeit halber, noch der Erscheinung der sogenannten inneren Reflexe Erwähnung geschehen, welche durch totale Reflexion des eintretenden Lichtes im Innern eines durchsichtigen Krystalls entstehen und die nach Analogie des prismatisch abgelenkten Lichtes in der Gestalt von Refractions-Spectren, und zwar bei doppelt brechenden Körpern immer paarweise in gewissen Richtungen zum Austritt gelangen.

Der singuläre, sich verlangsamende und dann rückläufig werdende Gang charakterisirt sie hinreichend, um einer Verwechselung mit Reflexerscheinungen vorzubeugen. Ihre häufig erhebliche Lichtstärke stört, wenn sie mit Reflexerscheinungen zusammenfallen, die Beobachtung der letzteren; ihre Coincidenz mit diesen kann meist durch Veränderung des Incidenzwinkels beseitigt werden.

Digitized by Google

XIV. Optische Studien I.

Von

Aristides Brezina in Wien.

(Hierzu Taf. VI. Fig. 1 u. 2.)

§ 1. Das Kobell'sche Kreuz.

Im Jahre 1867 hat v. Kobell*) eine Reihe von neuen, ungewöhnlichen Erscheinungen beschrieben, welche natürliche und künstliche Cyanit- und Gypszwillinge im Stauroskope zeigen; ich ermittelte damals auf dem Wege der Rechnung die Erklärung für den einfacheren Fall der Gypsblättchen und bestätigte das Ergebniss der Rechnung durch Messung mittelst eines dazu eingerichteten Doppelstauroskopes, liess jedoch die Arbeit unpublicirt, da ich mir vorgesetzt hatte, auch den allgemeineren Fall zu untersuchen.

Neuerlich beginnen jedoch die Fälle einer Pseudosymmetrie der krystallisirten Substanzen sich zu vermehren und dadurch eine grosse physiographische Wichtigkeit zu erhalten; und da einige dieser Erscheinungen mit den obigen in naher Beziehung stehen, gebe ich im Folgenden die Resultate der älteren und einiger neuerer Studien über jene Interferenzerscheinung und die Verhältnisse der Pseudosymmetrie.

Das Wesentliche der Kobell'schen Beobachtungen lässt sich darstellen, wie folgt:

1. Cyanitzwillinge nach dem Gesetze: Zwillingsaxe die Normale auf (100)**) — also {(100)} — verhalten sich stauroskopisch wie einfache Krystalle.

2. Zwillinge nach der Kante [(100) (010)] als Axe — also {[001]}

*) v. Kobell, K. bayr. Ak. Sitzb. 1867. 1, 272.

**) Bezogen auf das durch M. Bauer (Zeitschrift d. d. geol. Ges. 30, 283, 1878, s. diese Zeitschrift 3, 88) gegebene Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}89912 : 1 : 0{,}69677$$
$$\alpha = 90^0\,23'; \quad \beta = 100^0\,18'; \quad \gamma = 106^0\,1'$$
$$A = 86^0\,36'; \quad B = 79^0\,10'; \quad C = 78^0\,39'$$

Digitized by Google

(Bauer's drittes Gesetz, aufgefunden von Phillips) zeigen, mit dieser Kante parallel einem Nicolhauptschnitt eingestellt, ein mehr oder weniger gegen den Hauptschnitt gedrehtes dunkles Kreuz, das, wenn es schief steht, nach dem Umlegen um diese Kante um 180° dasselbe nach derselben Seite gedreht zeigt, wie vorher, während bei einfachen Krystallen das Umlegen auch eine Abweichung der Kreuzlage nach der entgegengesetzten Seite hervorbringt.

3. Ebenso verhalten sich Zwillinge nach der Kante [(100) (001)] — also {[010]} (Bauer's zweites Gesetz, aufgestellt von Plücker und Beer).

Solche Zwillinge 2. und 3. zeigen bald ein normal-, bald ein schiefstehendes Kreuz, welches dunkel, oder farbig, oder hell sein kann, auch wohl zuweilen die entgegengesetzten Quadranten gleich und von den anliegenden verschieden zeigt, jedoch fast stets bei der Drehung des Zwillinges seine Lage und Beschaffenheit verändert.

4. Einzelne, sehr selten vorkommende Zwillinge sowohl des einen als des andern Gesetzes zeigen ein schiefstehendes Kreuz von unveränderlicher Lage, wie auch der Zwilling in seiner Ebene gedreht werden möge, wobei nur die Farbe und die Ringsegmente sich ändern.

Die Richtung nach links oder rechts hängt von der Folge ab, in welcher die Krystalle auf einander liegen; zeigt das untere Individuum das Kreuz rechts, so ist diess auch beim Zwilling der Fall, der dann durch Umdrehen seine Kreuzlage nicht mehr ändert, wohl aber, wenn man ihn auseinanderspaltet und in entgegengesetzter Folge die Krystalle statt mit der Innen-, mit der Aussenseite aneinander klebt.

Die künstliche Combination zweier Platten nach der angeführten Zwillingsweise giebt zuweilen ein ähnliches Kreuz, doch finden sich unter einer grossen Anzahl von Platten immer nur sehr wenige, bei denen diess der Fall ist.

5. Künstliche Gypszwillinge aus Tafeln parallel der ausgezeichneten Spaltbarkeit nach dem Gesetze: Zwillingsaxe die Kante [(100) (010)]*) — also {[001]} — geben zuweilen — obwohl wiederum sehr selten — ein undrehbares Kreuz, von dem nicht gesagt wird, ob es normal oder gedreht war.

§ 2. Untersuchungsmethoden.

Bevor ich die benutzten Instrumente und ihre Fehlergleichungen bespreche, möchte ich über den eigentlichen Gegenstand der Versuche eine Bemerkung machen.

v. Kobell stellte seine Versuche in der Art an, dass jede Einzelplatte oder jeder natürliche Zwilling mit einer bestimmten Krystallkante parallel

*) Bezogen auf die Elemente: $a : b : c = 0{,}6892 : 1 : 0{,}4156$; $\beta = 98^0\ 54{,}7'$.

Digitized by Google

dem Hauptschnitte des obern Nicols gestellt und das dadurch hervorgebrachte Kreuz betrachtet wurde.

Dagegen schien es mir vortheilhafter, von den krystallographischen Elementen zunächst abzusehen und alle Versuche auf die Winkel der Hauptschwingungsrichtungen zu reduciren. Ein undrehbares normales Kreuz entsteht offenbar dann, wenn die Kalkspathplatte geradlinig und zwar parallel der Polarisationsebene des untern Nicols polarisirtes Licht erhält, d. h. wenn die interponirte Krystallcombination sich im parallelen Lichte wie ein einfachbrechender Körper verhält; in diesem Falle wird auch die Erscheinung meiner stauroskopischen Doppelplatte, anstatt des einfachen Kalkspathes eingeschaltet, unverändert bleiben.

Ueber die Bedeutung des undrehbaren schiefen Kreuzes werde ich weiter unten berichten.

Zu den Versuchen verwendete ich zuerst — im Sommer 1868 — ein Doppelstauroskop, welches durch Aufsetzen eines zweiten, concentrisch und unabhängig gegen den ersten drehbaren Tisches auf ein offenes Stauroskop hergestellt wurde*); als Einstellungsfigur diente das Kalkspathkreuz.

Die Nonien beider Tische spielen auf demselben Theilkreise und gestatten eine freie Bewegung jedes Tisches für sich von etwa 330°; beider zusammen von 360°.

Es war dafür Sorge getragen, dass sich der Nonius des oberen Tisches ohne alle Reibung am Theilkreise bewegte, während der Tisch selbst gegen den unteren etwas streng zu drehen ist, so dass bei der Drehung des Doppelsystems eine Veränderung der gegenseitigen Orientirung nicht eintreten kann.

Zur Eliminirung der möglichen Fehler der Einstellung und des Nonius diente folgendes Verfahren: Seien Taf. VI Fig. 1. n_1 der Nullpunkt des Nonius und ξ_1 die eine Hauptschwingungsrichtung des ersten Tisches und der darauf befindlichen Platte, f_1 der Winkel (Gesammtfehler) beider, n_2, ξ_2 und f_2 die entsprechenden Werthe der zweiten Platte, ω der gesuchte, zum Zustandekommen irgend eines bestimmten Interferenzbildes nothwendige Winkel zwischen beiden Hauptschwingungsrichtungen, so ist, wenn wir die Distanzen $0^0 n_1$ und $0^0 n_2$ der Nonien vom Nullpunkte kurz mit n_1 und n_2 bezeichnen,

$$1)\quad \omega = -f_1 - n_1 + n_2 - f_2$$

Drehen wir, bei unverändertem Stand der ersten Platte, die zweite in die Stellung $\bar{\xi}_2\, \bar{n}_2$, in welcher die ξ mit einander wieder den erforderlichen Winkel ω einschliessen, so haben wir jetzt

$$2)\quad \omega = f_2 - \bar{n}_2 + n_1 + f_1$$

*) Herr Hofrath Stefan hatte freundlichst gestattet, dass diese Adaptirung an einem dem physikalischen Institute gehörigen Instrumente vorgenommen wurde.

Digitized by Google

und durch Summirung von 1) und 2)

$$3)\quad \omega = \frac{n_2 - \bar{n}_2'}{2}$$

Dabei ist nur die Annahme involvirt, dass der Quadrant $\xi\eta$ congruent sei mit $\bar{\xi}\,\bar{\eta}$, eine Annahme, welche selbst dann zulässig ist, wenn $\xi\eta$ von $\xi\bar{\eta}$ oder $\bar{\xi}\eta$ verschieden angenommen wird.

Neuere Versuche wurden mit einem einfachen Groth'schen Stauroskop mit Einstellung auf meine Doppelplatte angestellt; dabei wurde eine Platte so unter das Gehäuse der Doppelplatte geklebt, dass die Figur zerstört war, dann die zweite Platte abwechselnd rechts und links in die Lagen gebracht, in welchen die Figur wieder hergestellt, also der schwarze Balken wieder gestreckt ist; die halbe Differenz der rechten und linken Mittel giebt ω.

§ 3. Versuche an Gypsplatten.

Um zunächst den Einfluss der Plattendicken auf die Erscheinung festzusetzen, wurde eine von Herrn v. Kobell an Herrn Professor Schrauf gesendete, das fixe Kreuz zeigende Plattencombination auseinander gekittet und die Dicken mit einem Sphärometer des physikalischen Institutes gemessen; ich fand

$$\delta_1 = 0{,}2125 \text{ mm}; \qquad \delta_2 = 0{,}2126 \text{ mm};$$

unter 19 Einzelplatten ergaben sich für Kreuzcombinationen

$$\text{die Dicken} \begin{cases} 0{,}728 \\ 0{,}729 \end{cases} \quad \begin{cases} 0{,}736 \\ 0{,}742 \end{cases} \quad \begin{cases} 0{,}742 \\ 0{,}742 \end{cases}$$

Es ist daher anzunehmen, dass die Dicken in diesen Fällen gleich waren.

Wurden Platten von sehr gleichmässiger Dicke zerbrochen, so zeigten die Theile mit einander combinirt, die fixen Kreuze jedesmal sehr schön; ein grosser Zwilling vom Montmartre in 9 Theile zerbrochen, zeigt die Erscheinung bei jeder beliebigen Zusammenstellung zweier Stücke in grösster Vollkommenheit.

Dreht man, während die Platte unbeweglich bleibt, die zweite um 360°, so zeigen sich während dieser Drehung nur zwei Kreuzlagen; nachdem die um 180° von einander abstehenden Lagen jedenfalls identische Erscheinungen geben müssen, folgt daraus ohne weiteres mittelst der Gleichung 3), dass $\omega = 90^0$ sein müsse; wäre $\omega \gtrless 90^0$, so müssten innerhalb 360° mindestens 4 Kreuzlagen existiren.

Die directe Messung bestätigt diesen Schluss: vier Paare von Beobachtungen mit je 5maliger Ablesung gaben mit Einstellung auf das einfache Kreuz im Mittel $\omega = 89^0 57'$; zwei Beobachtungen mit je 5 Paaren von Ein-

Digitized by Google

stellungen auf die Doppelplatte hingegen $\omega = 89^0\,59{,}1'$, beides innerhalb der Beobachtungsfehler mit 90^0 übereinstimmend.

Dasselbe Verhalten zeigt sich, wenn eine der beiden Platten auf ihre entgegengesetzte Fläche gelegt, also um eine in ihrer Ebene gelegene Gerade um 180^0 gedreht wird.

Wurde eine der beiden Gyps-Platten aus der Kreuzlage bis um einen Winkel von $4-5^0$ gedreht, so gab die Combination nunmehr mit der einfachen Calcitplatte ein schiefes undrehbares Kreuz oder einen nach demselben Sinne mit dem der Drehung abgelenkten Mittelbalken der Calcit-Doppelplatte, welcher bei der Drehung des combinirten Systems unverändert in seiner schiefen Lage blieb, dagegen wieder nahezu gestreckt wurde, wenn der untere Nicol um beiläufig denselben Winkel entgegengedreht wurde.

Wichtiger als dieser Versuch war das Verhältniss gegenüber der einfachen Dunkelstellung ohne Calcit oder Doppelplatte.

Eine Plattencombination verhält sich im parallelen Lichte anscheinend einfachbrechend, sobald die Platten ihre Hauptschwingungsrichtungen unter rechten Winkeln gekreuzt haben; bei nicht zu dünnen Platten (immer beide als gleich dick vorausgesetzt) etwa von 0,1 mm aufwärts können dieselben um etwa $4-5^0$ aus dieser Lage, in der sie sich vollständig compensiren, herausgedreht werden, ohne dass dadurch die Abweichung von der scheinbaren Einfachbrechung wahrnehmbar würde.

Werden die Platten so dünn, dass sich ihre Doppelbrechung überhaupt nicht mehr sehr stark bemerkbar macht, so wird naturgemäss die nahezu compensirte Doppelbrechung noch schwerer wahrzunehmen sein; dementsprechend lehrt auch die Beobachtung an Flittern, wie sie zuweilen beim gewaltsamen Zerreissen von Gypsblättchen losgetrennt werden, dass noch bei Ausweichungen von $8-10^0$ aus der Compensationslage die Doppelbrechung nur schwer wahrgenommen wird.

§ 4. Berechnung der Versuche an Gypsplatten.

Bevor Versuche an einer beliebig gegen das Polarisationsellipsoid orientirten Platte besprochen werden sollen, möge die Berechnung für den einfachsten Fall zweier gleichsinnig liegenden, also in Beziehung auf die Richtung der optischen Linien identischen Platten parallel einem Hauptschnitt des Ellipsoides für alle Farben, also einer Symmetrieebene angeführt werden.

In diesem Falle haben Wellennormale und Strahl des senkrecht einfallenden Lichtes die gleiche Lage; seien P Fig. 2 die Schwingungsrichtung des vom Polariseur kommenden geradlinig polarisirten Lichtes, ξ_1 und η_1 die Schwingungsrichtungen in der ersten Krystallplatte, welche mit P die

Digitized by Google

Winkel α und $\alpha + 90^0$ bilden, ebenso β und $\beta + 90^0$ die entsprechenden Winkel der zweiten Platte, so haben wir noch, alle Winkel im selben Sinne von P aus genommen:

$$4. \quad \begin{cases} \xi_1 \xi_2 = \beta - \alpha = \delta \\ \eta_1 \eta_2 = \beta - \alpha = \delta \\ \xi_1 \eta_2 = -\alpha + \beta + \frac{\pi}{2} = \delta + \frac{\pi}{2} \\ \eta_1 \xi_2 = -\beta + \frac{\pi}{2} + \alpha = \frac{\pi}{2} - \delta \end{cases}$$

Auf die erste Platte gelangt Licht von der Schwingungsformel

$$y = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} vt$$

welches beim Eintritte nach ξ_1 und η_1 zerlegt wird zu

$$\begin{cases} \xi_1 = a \cos \alpha \sin \frac{2\pi}{\lambda} vt \\ \eta_1 = -a \sin \alpha \sin \frac{2\pi}{\lambda} vt \end{cases}$$

wobei wir der Kürze wegen ξ_1 η_1 statt y_{ξ_1} und y_{η_1} schreiben. Sehen wir von der Absorption ab, resp. betrachten wir sie für beide Strahlen als gleich, so tritt das Licht aus der ersten Platte aus in der Form:

$$\begin{cases} \xi_1' = a \cos \alpha \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - \mu_\xi d_1) \\ \eta_1' = -a \sin \alpha \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - \mu_\eta d_1) \end{cases}$$

worin d_1 die Plattendicke bedeutet.

Beim Eintritte in die zweite Platte zerlegt sich jede dieser Componenten wieder in zwei, nach ξ_2 und η_2, sodass wir mit Berücksichtigung von 4) erhalten:

$$\begin{cases} \xi_2 \xi_1 = a \cos \alpha \cos \delta \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - \mu_\xi d_1) \\ \eta_2 \xi_1 = -a \cos \alpha \sin \delta \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - \mu_\xi d_1) \\ \xi_2 \eta_1 = -a \sin \alpha \sin \delta \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - \mu_\eta d_1) \\ \eta_2 \eta_1 = -a \sin \alpha \cos \delta \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - \mu_\eta d_1) \end{cases}$$

Von diesen 4 Componenten schwingen je 2 abwechselnde in derselben Richtung und setzen sich also zu einer einzigen zusammen, welche nach dem Durchgange durch die Platte II die der entsprechenden Schwingungsrichtung correspondirende Verzögerung erleidet; für die Rechnung bleibt es jedoch gleich, ob wir statt dessen die 4 Componenten getrennt lassen

Digitized by Google

und erst nach dem Austritt aus Platte II vereinigen, was der Einfachheit der Rechnung wegen geschehen soll.

Nach Durchlaufen der 2. Platte haben wir also die vier Componenten

$$5.\quad \begin{cases} Y_1 = \quad a\cos\alpha\cos\delta\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt-\mu_\xi d_1 - \mu_\xi d_2) \\ Y_2 = -a\cos\alpha\sin\delta\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt-\mu_\xi d_1 - \mu_\eta d_2) \\ Y_3 = -a\sin\alpha\sin\delta\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt-\mu_\eta d_1 - \mu_\xi d_2) \\ Y_4 = -a\sin\alpha\cos\delta\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt-\mu_\eta d_1 - \mu_\eta d_2) \end{cases}$$

Y_1 und Y_3 einerseits, Y_2 und Y_4 andrerseits haben gleiche Schwingungsrichtung, setzen sich daher zu Y_{13} und Y_{24} mit den Phasen Φ_{13} und Φ_{24} zusammen; setzen wir zur Abkürzung

$$6.\quad \begin{cases} \Phi_1 = \frac{2\pi}{\lambda}\mu_\xi(d_1+d_2) \\ \Phi_2 = \frac{2\pi}{\lambda}(\mu_\xi d_1+\mu_\eta d_2) \\ \Phi_3 = \frac{2\pi}{\lambda}(\mu_\eta d_1+\mu_\xi d_2) \\ \Phi_4 = \frac{2\pi}{\lambda}\mu_\eta(d_1+d_2) \\ \Delta_1 = \frac{2\pi}{\lambda}(\mu_\xi-\mu_\eta)d_1 \\ \Delta_2 = \frac{2\pi}{\lambda}(\mu_\xi-\mu_\eta)d_2 \end{cases}$$

so wird in

$$7.\quad \begin{cases} Y_{13} = A_{13}\sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}vt-\Phi_{13}\right) \\ Y_{24} = A_{24}\sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}vt-\Phi_{24}\right) \end{cases}$$

nach bekannten Formeln

$$8.\quad \begin{cases} A_{13}^2 = a^2\{\cos^2\alpha\cos^2\delta + \sin^2\alpha\sin^2\delta - \frac{1}{2}\sin 2\alpha\sin 2\delta\cos\Delta_1\} \\ A_{24}^2 = a^2\{\cos^2\alpha\sin^2\delta + \sin^2\alpha\cos^2\delta + \frac{1}{2}\sin 2\alpha\sin 2\delta\cos\Delta_1\} \\ \operatorname{tg}\Phi_{13} = \dfrac{\cos\alpha\cos\delta\sin\Phi_1 - \sin\alpha\sin\delta\sin\Phi_3}{\cos\alpha\cos\delta\cos\Phi_1 - \sin\alpha\sin\delta\cos\Phi_3} \\ \operatorname{tg}\Phi_{24} = \dfrac{\cos\alpha\sin\delta\sin\Phi_2 + \sin\alpha\cos\delta\sin\Phi_4}{\cos\alpha\sin\delta\cos\Phi_2 + \sin\alpha\cos\delta\cos\Phi_4} \end{cases}$$

Soll der austretende Strahl geradlinig polarisirt sein, so muss die Phasendifferenz seiner Componenten eine ganze Anzahl halber Wellenlängen betragen, also

$$\frac{\lambda}{2\pi}(\Phi_{13}-\Phi_{24}) = \frac{n\lambda}{2}$$

$$\Phi_{13} = \Phi_{24} + n\pi:\ \operatorname{tg}\Phi_{13} = \operatorname{tg}\Phi_{24}$$

Digitized by Google

Setzen wir demgemäss in 8. die beiden Tangenten einander gleich, so erhalten wir leicht die Bedingungsgleichung:

$$9.\quad \cos 2\alpha \sin 2\delta \sin \Delta_2 + \sin 2\alpha \{\cos^2\delta \sin(\Delta_1 + \Delta_2) + \sin^2\delta \sin(\Delta_1 - \Delta_2)\} = 0$$

Der Winkel ϱ, welchen in diesem Falle die Schwingungsrichtung des resultirenden Strahles mit der von einer seiner Componenten z. B. von ξ_2 bildet, ist gegeben durch

$$10.\quad \operatorname{tg}\varrho = \frac{A_{24}}{A_{13}}$$

also der Winkel γ dieser Resultante mit der Schwingungsrichtung des Polariseurs durch

$$11.\quad \gamma = \beta - \varrho$$

wobei ersichtlicherweise der Winkel ϱ kleiner als $\frac{\pi}{2}$ sein muss.

Damit nun die Plattencombination unabhängig von ihrer Stellung das schwarze Kreuz oder die Figur der Doppelplatte ungestört lässt, muss das aus der zweiten Platte austretende Licht geradlinig und zwar mit derselben Schwingungsrichtung polarisirt sein, wie das vom Polariseur kommende Licht, und zwar unabhängig vom Werthe von α.

Es muss also sein:

$$\gamma = 0$$

$$\text{somit } \varrho = \beta = \delta + \alpha \text{ und } \operatorname{tg}\varrho = \operatorname{tg}(\delta + \alpha)$$

setzen wir in diese Gleichung links die Werthe für $\operatorname{tg}\varrho$ aus 10. und 8. und entwickeln rechts $\operatorname{tg}(\delta + \alpha)$ in $\frac{\sin(\delta+\alpha)}{\cos(\delta+\alpha)}$ so ergiebt sich nach Wegschaffung der Nenner

$$12.\quad \sin 2\alpha \sin 2\delta (\cos \Delta_1 - 1) = 0$$

und es müssen die Gleichungen 9. und 12. für jeden beliebigen Werth von α erfüllt sein, damit im parallelen Lichte Compensation der Doppelbrechung eintreten kann; diess ist dann der Fall, wenn jeder Factor einer Function von α für sich verschwindet. Diess giebt uns die Bedingungsgleichungen

$$13.\quad \sin 2\delta \sin \Delta_2 = 0$$
$$14.\quad \cos^2\delta \sin(\Delta_1 + \Delta_2) + \sin^2\delta \sin(\Delta_1 - \Delta_2) = 0$$
$$15.\quad \sin 2\delta (\cos \Delta_1 - 1) = 0$$

Diesen Gleichungen wird durch drei Systeme von zusammengehörigen Werthen der δ und Δ genügt und zwar:

Digitized by Google

$$16.\ A.\quad \begin{cases} \sin \Delta_2 = 0 \\ \sin \Delta_1 = 0 \\ \cos \Delta_2 = \pm 1 \\ \cos \Delta_1 = \pm 1 \\ \Delta_2 = n\pi = \frac{2\pi}{\lambda}(\mu_\xi - \mu_\eta)\, d_2 \\ \Delta_1 = n'\pi = \frac{2\pi}{\lambda}(\mu_\xi - \mu_\eta)\, d_1 \\ d_1 = \frac{n'\lambda}{2(\mu_\xi - \mu_\eta)} \\ d_2 = \frac{n\lambda}{2(\mu_\xi - \mu_\eta)} \end{cases}$$

Diese Bedingungen sind nur für je eine Farbe erfüllbar; sie erzeugen im Spectrum dunkle Streifen bei der Einschaltung einer Plattencombination.

Die Gleichungen 16. A. enthalten keine Bestimmung über die gegenseitige Orientirung beider Platten oder über deren Stellung gegen den Polariseur; sie repräsentiren Interferenzerscheinungen, welche mit unserer Compensation der Doppelbrechung nichts zu schaffen haben.

Das zweite System genügender Werthe ist:

$$16.\ B.\quad \begin{cases} \sin 2\delta = 0 \\ \delta = 0 \\ \sin(\Delta_1 + \Delta_2) = 0 \\ d_1 + d_2 = \frac{n\lambda}{2(\mu_\xi - \mu_\eta)} \end{cases}$$

Es giebt Auslöschungen analoger Natur mit denen des Systems 16. A. und ist nur im Falle der Coincidenz der gleichnamigen Schwingungsrichtungen beider Platten gültig; in diesem Falle entspricht es den Auslöschungen 16. A. einer Platte von der vereinigten Dicke $d_1 + d_2$.

Das dritte System ist:

$$16.\ C.\quad \begin{cases} \sin 2\delta = 0 \\ \delta = 90^0 \\ \sin(\Delta_1 - \Delta_2) = 0 \\ d_1 - d_2 = \frac{n\lambda}{2(\mu_\xi - \mu_\eta)} \end{cases}$$

Hier sind also die gleichnamigen Hauptschwingungsrichtungen beider Platten rechtwinkelig gekreuzt und wir haben wieder zwei Fälle zu unterscheiden:

$$1.\ n \gtrless 0$$

die beiden Plattendicken sind nicht gleich. In diesem Falle wirkt nur der Ueberschuss der dickeren Platte nach demselben Princip wie in den zwei vorhergehenden Fällen, erzeugt also Interferenzen, welche immer nur für

Digitized by Google

eine Farbe gelten, für alle benachbarten aber, auch wenn ihre Hauptschnitte ebenfalls gekreuzt sind, nicht mehr vorhanden, also im weissen Lichte keinesfalls als scheinbare Einfachbrechung wahrnehmbar sind.

Ist dagegen

$$2.\quad n = 0$$

also $d_1 = d_2$, so haben wir hier gleichzeitige vollständige Compensation der Doppelbrechung für alle Farben, deren Hauptschnitte gekreuzt sind.

Diess ist für alle Farben der Fall, wenn beide Platten gleichsinnig liegen; die Combination verhält sich dann im parallelen Lichte wie ein einfachbrechender Körper.

Allein auch wenn die Platten widersinnig liegen, wird das noch, wenigstens für alle jene Fälle gelten, wo die Dispersion der Hauptschnitte 4—5^0 nicht übersteigt, weil, wie uns die angeführten Versuche gelehrt haben, Ausweichungen aus der Compensationslage bis zu solchem Betrage nicht von wahrnehmbarer Wirkung sind.

Selbst in Fällen abweichender Orientirung der Hauptschnitte für verschiedene Farben, wie sie Brookit, mellithsaures Ammoniak etc. darbieten, gilt diess noch, solange nicht die nahe zusammenfallenden Elasticitätsaxen um mehr als 4 bis 5^0 dispergirt sind.

Es würde nun keine Schwierigkeit haben, auch den Fall einer von der Compensationslage etwas verschiedenen Stellung zu untersuchen; zu diesem Zwecke müssten mit Hülfe der Gleichungen 8. Grösse und Richtungen der grossen und kleinen Axe jener Ellipse berechnet werden, nach welcher die aus Y_{13} und Y_{14} zusammengesetzte Bewegung oscillirt. Die Vereinfachungen, welche sich daraus ergeben, dass δ wenig von 90^0 verschieden ist, würde die Ermittelung genäherter Werthe zulassen, aus welchen wiederum die von α nahezu unabhängigen Grössen herausgehoben werden könnten.

Da sich jedoch hieran keinerlei theoretisches Interesse knüpft, ist diese Ableitung hier unterblieben.

§ 5. Allgemeiner Fall.

Wir haben bisher nur Platten betrachtet, welche einer Symmetrieebene parallel, also für alle Farben zu einer Elasticitätsaxe senkrecht sind: dass auch der allgemeine Fall von Platten, welche zu allen Elasticitätsaxen geneigt sind, sich gleich verhalten muss, lehrt eine einfache Erwägung.

Da nämlich die Dispersion der Hauptschwingungsrichtungen für verschiedene Farben, wenigstens für eine monokline Substanz in allen Ebenen geringer ist, als in der Symmetrieebene, kann diese Dispersion im allgenen Fall um so weniger von Belang werden; und die Divergenz zwischen Wellennormale und Strahl hat keinen Einfluss, weil nach einem bekannten

Digitized by Google

Gesetze diese beiden Richtungen mit der Schwingungsrichtung immer in eine Ebene fallen.

Es werden sich dementsprechend auch Platten trikliner Substanzen so verhalten, wie wir diess oben für den Gyps gesehen haben, immer vorausgesetzt, dass die Dispersion der Hauptschnitte den Betrag von $4-5^0$ nicht übersteigt, ein Fall der bisher noch fast bei keiner Substanz beobachtet wurde.

Versuche am Cyanit vom St. Gotthardt bestätigen diese Voraussetzung; Platten gleicher Dicke, durch Zerbrechen desselben Spaltungsstückes erhalten, compensiren sich in gekreuzter Stellung ($\delta = 89^0\ 59',6$ durch sechs Paare von Ablesungen gefunden), und dasselbe findet nach dem Umlegen der einen der beiden Platten statt ($\delta = 89^0\ 57,9$ ebenso gemessen).

Auch das schiefe Kreuz, respective der gebrochene Balken der Doppelplatte bei etwas gestörter Compensationslage, Unabhängigkeit dieser Erscheinungen von α, und die Möglichkeit, bei Einstellung auf Dunkelheit ohne Calcit- oder Doppelplatte, um $4-5^0$ zu drehen, ohne eine merkliche Störung hervorzubringen, zeigen sich hier in derselben Weise wie am Gyps, und wir können nach den bisherigen Ergebnissen ganz allgemein sagen, dass gleich dicke Platten derselben Substanz und beliebiger, aber gleicher Orientirung ihre Doppelbrechung ganz oder nahezu compensiren, wenn sie gleich- oder widersinnig so aufeinandergelegt werden, dass ihre gleichnamigen Hauptschwingungsrichtungen genau oder bis auf einen Fehler von etwa $4-5^0$ rechtwinkelig gekreuzt sind.

Die praktische Bedeutung dieser Erscheinung ergiebt sich uns sofort, wenn wir einen Blick auf die Zwillingsbildungen gewisser Substanzen werfen.

§ 6. Zwillingsbildung.

Man pflegt mit Vorliebe solche Zwillingskrystalle zu betrachten, bei denen die Individuen völlig getrennt, durch eine ebene, krystallographische oder eine unebene, unregelmässige Fläche von einander geschieden sind. Solche Zwillinge sind aber wenig geeignet, uns die richtige Vorstellung von dem Wesen und der Entstehung dieser gesetzmässigen Gebilde zu verschaffen. Viel offener liegen diese Vorgänge dort zu Tage, wo Theilchen der verschiedenen Stellungen in inniger Durchwachsung, in Durchdringung und Wechsellagerung den Krystall aufbauen. Dort wird uns erst klar, dass im Zwilling nicht geheimnissvolle, verborgene Kräfte walten, sondern dass diese Gebilde einer höchst einfachen mechanischen Ursache ihre Entstehung verdanken.

Die Thatsache, dass durch die Zwillingsbildung meistens zwei nahezu, aber nicht vollständig gleichwerthige Richtungen mit einander vertauscht

Digitized by Google

werden, giebt uns diese mechanische Ursache an, deren Vorhandensein schon Bravais geahnt hat, obwohl er die Erscheinung nur in dem Falle darauf bezogen hat, wo sich körperliche Winkel genau gleicher Grösse — wie bei Meroedrien — einander substituiren, während er für Zwillinge mit ebener Verwachsungsfläche die gewiss seltenere Verkittung zweier fertiger Einzelkrystalle annahm.

Erst Mallard hat mit Sicherheit den Satz ausgesprochen, wodurch sowohl das Wesen der isomorphen Mischung als das der Zwillingsbildung gekennzeichnet ist: zwei nahe gleich grosse körperliche Winkel können dieselbe Stelle einnehmen, abgesehen von der Natur der Substanz, welcher sie angehören. Dass diese rein mechanische Vertretung heterogener Körper wirklich stattfindet und zwar so oft sich dazu Gelegenheit bietet, das zeigen die parallelen Verwachsungen von Cyanit und Staurolith, von Rutil und Eisenglanz, von Eisenglanz und Pyrit, vor allem aber von Xenotim und Malakon oder Tetraedrit und Kupferkies, wo nicht Fläche an Fläche sitzt, sondern wo ein Krystall aus dem andern herauswächst, wie Orthoklas aus Albit mit bald krummflächiger, bald auf grössere oder kleinere Strecken geradflächiger Abgrenzung.

Auf welche Weise diese Einpassung eines nahezu gleichen körperlichen Winkels stattfindet, ist leicht vorstellbar; so oft sich an eine fertig gebildete Fläche, wenngleich dieselbe nur von sehr wenigen, vielleicht nur von zwei Partikeln erzeugt wird, ein neues Theilchen so anlagert, dass es nicht zur Fortsetzung der Fläche, sondern als Ansatz auf derselben erscheint, müssen im allgemeinen zwei, mindestens aber ein einspringender Winkel entstehen; dieser Fall wird sich also während des Aufbaues eines wahrnehmbaren Körpers viele millionenmal wiederholen; in einen solchen einspringenden Winkel legt sich ein Theilchen mit einem genau oder nahezu gleichen ausspringenden Winkel hinein; und je nach der Natur dieses neuen Partikels haben wir eine gewöhnliche Fortwachsung, den Beginn einer isomorphen Mischung, ein Theilchen in Zwillingsstellung oder die parallele, respective gesetzmässige Fortwachsung heterogener Körper.

Dieser Vorgang kann sich, wie Mallard ganz zutreffend bemerkt, entweder an verschiedenen Stellen des wachsenden Complexes regellos wiederholen — dieser Fall mag dann eintreten, wenn aus Gründen, über die wir heute allerdings noch keine sicheren Vermuthungen haben, die beiden Lagen gleich günstige Verhältnisse des Fortwachsens bieten; z. B. wenn nicht bloss die Flächen dieser Zone, sondern auch die der übrigen zur Zwillingslagerung gleich geeignet sind —

oder es kann nun jede der Zwillingspartien hauptsächlich für sich fortwachsen, so dass Zwillinge mit getrennten Individuen entstehen.

Auch im letzteren Falle kann entweder die Vergrösserung beider Zwillinge gleich rasch fortschreiten, dann wird eine Ebene ihre Trennungs-

Digitized by Google

fläche sein, längs welcher beide gleich rasche Fortschritte machen; es kann aber auch ein Hin- und Herwogen der anstürmenden Theilchen, ein wechselndes Vorwiegen des Ansatzes am einen und am andern Individuum vorhanden sein, dann wird eine mehr unregelmässige, wellig gekrümmte Fläche beide Theile scheiden.

Hierbei denken wir leicht an Pfaundler's Kampf der Molekule um's Dasein und Frankenheim's, Klocke's und Lehmann's Beobachtungen über die Vorgänge bei der Krystallbildung, die Auflösung und Wiederzufuhr der Theilchen, wodurch besonders der Fall erklärt werden mag, wo ein ganz regelloe, also unter ungünstigen Existenzbedingungen angelagertes Theilchen wieder von seiner Stelle fortgerissen wird, ohne zur Entstehung solcher Gebilde Veranlassung zu geben, welche in keiner gesetzmässigen Raumbeziehung zur Hauptmasse stehen, ein Vorgang, der also entweder auf chemischem Wege durch Auflösung, oder auf rein mechanischem durch Herauswirbeln eintreten kann. Dass übrigens auch diess nicht immer der Fall ist, zeigt die regellose Verwachsung von Krystallen derselben Substanz, welche unter besonderen äusseren Verhältnissen vorkommen kann, dann nämlich, wenn zwei Krystalle durch Fortwachsung in Contact kommen, welche schon zu mächtig sind, als dass einer von ihnen durch die stürmische Bewegung an den Krystallisationspunkten noch in seinem Bestande gefährdet werden könnte.

Auch die als Einwurf*) gegen Mallard hervorgehobene Thatsache, dass eine und dieselbe Substanz bald ebenflächige, bald regellos gekrümmte Verwachsungsflächen der Zwillingsindividuen zeigt, scheint mir wohl erklärbar; denn sowie der Habitus der herrschenden Flächencombination durch äussere Umstände (Beimischungen, Concentration und Temperatur der Lösungen etc.) beeinflusst wird, so kann auch direct oder indirect durch dieselben Ursachen bald ein ruhiger, bald ein stürmischer Wachsthumsprocess eines Zwillings begünstigt werden.

Nachdem durch die vorstehenden Betrachtungen die mechanische Theorie der Zwillingsbildung, insbesondere bei inniger und regelloser Wechsellagerung der Theilchen in den beiden Stellungen, etwas näher erläutert worden ist, möchte ich noch eine Bemerkung über die optischen Folgen einer solchen Structur anschliessen.

§ 7. Pseudosymmetrie.

Mallard**) hat am Schlusse seiner Arbeit das Polarisationsellipsoid zweier Zwillingsgemische, wenn man so sagen darf, für die Voraussetzung berechnet, dass beide Stellungen eine Elasticitätsaxe gemeinsam haben.

*) Groth, diese Zeitschr. 1, 344.

**) Mallard, Ann. des mines (7) 10, 175. S. diese Zeitschr. 1, 309.

Digitized by Google

Auch Reusch*) hat nur specielle Fälle der Bisectrixplatten studirt, wesshalb ich den allgemeinen Fall zweier beliebig, aber gleich orientirter Platten betrachtet, dabei mich jedoch auf das Verhalten im parallelen Licht beschränkt habe.

Doch ist diess hinreichend für eine Gruppe von Erscheinungen, nämlich an solchen Körpern, welche nur in sehr dünnen Krystallen auftreten, die also im convergenten Lichte bei sehr schwacher Doppelbrechung oder theilweiser Compensation einer beträchtlicheren keine Ringe oder Axenbilder mehr zeigen.

Wenn solche Körper fähig sind, nach einer zu den Hauptschwingungsrichtungen in einer Fläche um nahezu 45° geneigten, zu der Fläche senkrechten anderen Krystallfläche Zwillingstheilchen in regellosem Gemische anzusetzen, so wird an Stellen, wo die Gesammtdicken der Individuen beider Stellungen nahezu gleich sind, vollkommene Compensation der Doppelbrechung herrschen; wo die eine Stellung überwiegt, eine der Dickendifferenz entsprechende und nach den Schwingungsrichtungen der dickeren Substanz orientirte Doppelbrechung vorhanden sein, und zwar wird diess bei beträchtlicher Dicke der Einzelnindividuen noch gelten, so lange der durch die Zwillingsbildung hervorgebrachte Winkel der gleichnamigen Hauptschnitte nicht mehr als 4—5° von einem rechten abweicht, während bei einer sehr stark gestörten Bildung — vielfachem Wechsel von Theilchen verschiedener Stellung — und sehr dünnen Componenten auch noch bei grösserer Divergenz Compensation eintreten mag.

*) Reusch, Pogg. Ann. **138**, 628. 637.

Digitized by Google

XV. Ueber den Autunit.

Von

Demselben.

(Hierzu Taf. VI, Fig. 3—8).

Der Autunit, ursprünglich mit dem Uranit — Dana's Torbernit — zu einer Species, dem Uranglimmer, gehörig betrachtet, wurde von Berzelius*) als selbstständige Species erkannt; die ersten Bestimmungen seiner Form und optischen Eigenschaften gab Descloizeaux**); er wies die optische Zweiaxigkeit nach, bezog ihn auf ein rhombisches Prisma von 87°30, fand die Spaltbarkeit ausgezeichnet (001), deutlich (010), in Spuren (100) und gab die optische Orientirung ($c\mathfrak{b}\mathfrak{a}$) mit $2E = 54°$; später***) gestatteten ihm deutlich auskrystallisirte Cornwaller Krystalle, die Elemente zu bestimmen mit:

Krystallsystem rhombisch:

$$a : b : c = 0{,}9876 : 1 : 1{,}4621$$

Formen (001) (201) (021) (111)

Träger der Gestalten sind: (001) vorherrschend, wodurch die Krystalle tafelförmig erscheinen, und (201), (021) im Gleichgewicht; untergeordnet als schmale Abstumpfung der Kanten zwischen (201) und (021) erscheint (111).

Winkel	gerechnet	gemessen	
110 . $1\bar{1}0$	= 89° 17′	—	
001 . 201	= —	*70° 54	sehr gut
001 . 021	= 70° 41	70° 43	mittelmässig
001 . 111	= —	*63° 46	ziemlich gut
111 . 201	= 41° 36	41° 30	»
201 . 021	= 83° 47	84° 8	schlecht

---

*) Berzelius, Jahresb. **4**, 46, 1823.

) Descloizeaux, Ann. des mines. (5) **11, 261, 1854.

***) Derselbe, ibid. (5) **14**, 339, 1858.

Digitized by Google

Zu der schon früher gefundenen Orientirung (c b a) kam noch die Bestimmung

$$\beta = 1{,}572 \quad \text{Mitte des Roth}$$

Axendispersion beträchtlich; $\varrho > v$

Eine dritte Mittheilung*) brachte die Grösse der Variation des Axenwinkels mit der Temperatur, wovon nur die Anfangs- und Endwerthe an zwei Cornwaller Krystallen angeführt werden sollen:

Temperatur	$2E_1$	$2E_2$
17°	60° 57′	59° 46′
91°	54 10	50 12

Ein neues Vorkommen von abweichendem Habitus in Johanngeorgenstadt gab zunächst bei der qualitativen Analyse, welche ich der Freundlichkeit des Herrn Professor E. Ludwig verdanke, Phosphorsäure, Uran, Kalk, Wasser, also die Bestandtheile des Autunit.

Das ausgesprochen monokline Ansehen der Krystalle gab Veranlassung, sie einer Untersuchung zu unterziehen, deren Resultate im nachfolgenden angeführt sind.

Ueber das Vorkommen des neuen Fundes verschaffte mir Herr A. Genzsch, von welchem ich die Stufen erhielt, folgende Mittheilung:

»Das gelbe Mineral findet sich in der Grube Himmelfahrt, eine Wegstunde nördlich von Johanngeorgenstadt in Sachsen. Der Gang setzt in Glimmerschiefer auf, streicht hor. 6,4 und fällt ziemlich seiger; derselbe ist 0,1—0,2 Meter mächtig, besteht aus Quarz mit Spuren von Bleischwärze und diversen Kiesen im Gemenge mit Antimon und hauptsächlich derbem Wismuth — dieses ist hier Ausbeute. Von letzterem wurden auch ziemlich gut krystallisirte Stücke gefunden. Das Ganze ist zerklüftet, auf den Klüften kommt das gelbe Mineral in spärlichen Krystallparthien vor, welche zum Theil einzeln, zum Theil büschelförmig gruppirt ausgebildet sind«.

Das Gestein ist von dem des älteren Vorkommens nur dadurch verschieden, dass es oberflächlich geschwärzt und etwas mehr zerklüftet ist.

Die einzelnen Krystalle — von zeisiggrüner Farbe — sind durchschnittlich 1 mm bis höchstens 2 mm lang und 0,4 bis höchstens 1 mm breit: die Aggregate erreichen Dimensionen von 2 bis 3 mm in Länge und Breite.

Das Aussehen der Krystalle ist in den Figg. 3—7 Taf. VI wiedergegeben; gewöhnlich ist auf einem Stücke ein Typus fast ausschliesslich vertreten und zwar entweder der meist von der Mitte gegen die Spitzen zu aufgeblätterte die Fig. 3, wobei aber die einzelnen Blätter vollkommen frei und scharf ausgebildet sind, oder der wie Fig. 6 in rectangulären Tafeln oder endlich die gesetzmässigen Gruppirungen entsprechend Fig. 7. Krystalle

*) Descloizeaux, Nouv. réch. Sav. étr. 18, 544, 1868.

Digitized by Google

der Formen Fig. 4 oder Fig. 5 finden sich nur ganz vereinzelt und zwar meist als Begleiter der Formen Fig. 3.

Der Anblick der Krystalle bei 70facher Vergrösserung lehrt, dass mit Ausnahme der Linien *E*, alle Contouren scharf und geradlinig erscheinen; während *E* zwar ebenfalls scharf, aber immer convex gekrümmt auftritt.

Zahlreiche Spaltungsrisse parallel *a* und *c* sind an fast allen Individuen sichtbar, und zwar die nach *c* vielleicht noch etwas häufiger als die nach *a*, beide jedoch von gleicher Vollkommenheit, scharf und — soweit dies bei derartigen Spaltungsrissen überhaupt der Fall — geradlinig; Spaltungen parallel *d* und *E* sind selten, und, wenn vorhanden, weitaus undeutlicher und unregelmässiger als die ersterwähnten.

Die mehr oder weniger regelmässig ausgebildeten zwillingsartigen Gruppirungen von Fig. 7 waren auf zwei Handstücken ausschliesslich vertreten; sie zeigen oft skelettartig angesetzte kleine Kryställchen in den 4 Haupttheilen.

Unter gekreuzten Nicols erscheint immer ein grosser Theil eines jeden Krystalles dunkel in allen Stellungen, während ein anderer Theil sich doppeltbrechend erweist und zwar entweder einer oder — in seltenen Fällen — zwei von einander verschiedenen Orientirungen der Hauptschnitte zugehörig. Im letzteren Falle scheinen die Dunkelstellungen der zwei verschiedenen Parthien rechts und links symmetrisch gegen die Kante *a* oder *c* zu sein.

Die Messungen der ebenen Winkel geschahen mittelst eines Hartnack'schen Mikroskopes mit drehbarem Objecttisch bei 240facher, oder und zwar für die Winkel *ac* bei 70facher Vergrösserung; erstere war bei den meist kurzen (0,1 bis 0,2 mm langen) Kanten der Flächen *d* und *c* bequemer und sicherer.

Auf diese Art erhielt ich die Winkel

ac	= 89° 29′	—	12	Beobachtungen
ad	= 44 5	—	2	-
dc	= 45 5	—	2	-

die durchschnittliche Abweichung vom Mittel betrug 0°17′; alle Messungen geschahen an scharfen geraden Kanten.

Die Contour *E* war, wie schon erwähnt, stetig gekrümmt mit Ausnahme eines einzigen Falles, wo sie besonders kurz war; es wurden nun immer zwei Messungen, an der vorderen Kante (100) *E* und an der rückwärtigen ($\bar{1}00$) *E'* angestellt, welche im nachfolgenden angeführt sind — 9 war der Krystall mit geradem *E*.

Digitized by Google

Nr. d. Kryst.	aE	$a'E'$
1.	41° 57	45° 27
2.	35 36	41 40
5.	40 54	46 44
6.	35 46	42 34
9.	41° 10	
Mittel	38° 33	44° 6

Der Krystall Nr. 1 lässt den wahrscheinlichen Grund dieser Erscheinung erkennen; es wird nämlich bei Drehung der Einstellungsschraube das Vorhandensein zweier Flächen sichtbar, durch deren Durchschnitt mit 010 die Contour E gebildet wird; diese beiden Flächen, von denen die eine ober-, die andre unterhalb 010 gelegen sind, gehen offenbar gekrümmt in einander über und geben zu der Entstehung der beiden weitentfernten Endwerthe Veranlassung.

Wir sehen aus diesen Beobachtungen, dass der Combinationscharakter entweder ein trikliner oder ein hemimorph monokliner ist; welcher von beiden Fällen anzunehmen sei, würde sich entscheiden lassen, wenn die obige Beobachtung sich an zwei entgegengesetzten E-Flächen wiederholen liesse, was jedoch bei keinem der mir vorliegenden Krystalle — ihrer Kleinheit und der ungleichen Ausbildung dieser Fläche wegen — ausführbar ist. Ich will deshalb vorläufig den Autunit auf ein monoklines System beziehen.

Im Zusammenhalte mit Descloizeaux's Winkelwerthen und der Skizze, welche er in der zweiterwähnten Arbeit giebt, ergeben sich die folgenden Beziehungen zwischen unsern Aufstellungen

Fläche	Signatur	Descl.
100	a	h'
010	b	p
001	c	g'
011	q	$e\frac{1}{2}$
101	d	m
110	m	$a\frac{1}{3}$
121	p	$b\frac{1}{2}$
12$\bar{1}$	π	

Unter Descloizeaux's Winkeln lassen sich $pa\frac{1}{3}$ und $pe\frac{1}{2}$ auf 010 . 110 und 010 . 011 beziehen, weshalb der erstere gewählt wurde, um mit den von mir gemessenen (100) . (001) und (100) (101) dem — annähernden — Axenverhältniss zu Grunde gelegt zu werden; wir haben somit Axensystem monoklin (triklin?) mit pseudotetragonaler Symmetrie

$$a : b : c = 0{,}3463 : 1 : 0{,}3525; \quad \beta = 90° 30'$$

Beobachtete Flächen a(100) b(010) c(001) d(101) q(011) m(110) p(121) π(12$\bar{1}$).

Digitized by Google

Spaltbarkeit ausgezeichnet (010) vollkommen (100) (001) deutlich (101) ($\bar{1}01$).

Gemessene und gerechnete Winkel:

	Ger.	Gem.		Ger.	Gem.
ad	44° 5	44° 5 * *Br*	*bπ*	63° 32,8	63° 46 *Dx*
ac	89° 29	89° 29 * *Br*	*ππ*	52° 54,4	—
cd	45° 24	45° 22 *Br*			
			dm	47° 15.1	—
am	49° 6	—	*dπ*	88° 57.8	—
bm	70° 54	70° 54 * *Dx*	*dq*	48° 14,8	—
mm	38° 12	—	*mπ*	41° 42,7	41° 30 *Dx*
			mq	84° 30,1	
cq	19° 25	—	*πq*	42° 47,4	—
bq	70° 35	70° 43 *Dx*			
qq	38° 50	—	*mp*	41° 5.9	41° 30 *Dx*
			mq	83° 17,4	84° 8 *Dx*
bp	63° 47.8	63° 46 *Dx*	*pq*	42° 11,5	—
dp	26° 12,2	—			
pp	52° 24,4	—			

Die Bestimmung der optischen Hauptschnitte bot bei der Kleinheit, Dünne und dem zusammengesetzten Charakter der Krystalle grosse Schwierigkeit und gelang nur in schwacher Näherung; wie schon oben erwähnt waren an jedem Krystall anscheinend einfachbrechende mit doppeltbrechenden Parthien zu unterscheiden, und zwar in der Art, dass immer nur kleine Fleckchen die eine und die andere Erscheinung zeigten, so dass die Krystalle in der Hellstellung ein feinfleckiges Ansehen boten; die doppeltbrechenden Parthien waren wieder entweder alle von gleicher oder von verschiedener, aber anscheinend gegen *a* oder *c* symmetrischer Orientirung.

Diese Erscheinungen erklären sich unter Berücksichtigung der schon von Descloizeaux beobachteten Zwillingsbildung nach *d* (101) oder ($\bar{1}01$) durch die Compensirung der Doppelbrechung, wie sie durch Kreuzung gleich dicker Platten derselben Substanz entsteht*). An den Stellen nämlich, wo Partikeln des einen Individuums allein oder in weitaus überwiegender Menge vorhanden sind, wird Doppelbrechung zu beobachten sein; wo aber Zwillingspartikeln nach einer nahe 45° gegen die Hauptschwingungsrichtungen geneigten Zwillingsebene in annähernd gleicher Menge mit dem Hauptindividuum wechsellagern, tritt die Compensation, also im parallelen Lichte anscheinende Einfachbrechung auf.

---

*) Vergl. den vorhergehenden Aufsatz.

Digitized by Google

In der That ergiebt die — sehr approximative Messung für den Winkel zwischen der Kante a und einer Hauptschwingungsrichtung in den doppelbrechenden Parthien im Mittel dreier Bestimmungen $4^0\,40'$, also für die Winkel zu der Zwillingsfläche d

$$d\,\mathfrak{C} = 39^0\,35'$$
$$d\,\mathfrak{B} = 50^0\,25'$$

also $\mathfrak{B}\,\mathfrak{C} = 10^0\,50'$, einen Betrag, der nach den Beobachtungen an Gypskrystallen eine genügend starke Compensation ergiebt, um bei der geringen Dicke der Blättchen anscheinend einfache Brechung zu verursachen.

Digitized by Google

XVI. Ueber Krystallsystem und Zwillingsbildung des Tenorites.

Von

Ernst Kalkowsky in Leipzig.

(Hierzu Taf. VI, Fig. 9 u. 10.)

Im Jahre 1841 belegte der neapolitanische Arzt Prof. Semmola das natürliche Kupferoxyd, welches er bereits 1825 als Sublimationsproduct auf Schlacken des Vesuvs erkannt hatte, mit dem Namen Tenorit. Eine Uebersetzung seiner Arbeit erschien 1842 im 13. Bde. des Bulletin de la Soc. Géol. de France, S. 206—211. In Bezug auf die physikalischen Eigenschaften theilt er ausser Anderem Folgendes mit: »Die Krystallisation des schwarzen Kupferoxydes kann nicht nach geometrischen Formen charakterisirt werden. Am regelmässigsten erscheint es in dünnen, hexagonalen 1—10 mm langen Blättchen; es giebt auch dreieckige und solche von anderen Formen..... Die Blättchen sind opak, ihre kaum durchscheinenden Ränder haben eine bräunliche Farbe«. Es geht aus diesen Worten deutlich hervor, dass Semmola durch Anwendung des Wortes »hexagonal« den Tenorit nicht dem hexagonalen Krystallsystem zugerechnet wissen wollte.

In dem Report der British Association von 1865 ist S. 33 der Abtheilung »Notices and Abstracts« kurz über Prof. Maskelyne's Mittheilung über seine Untersuchung des Melaconites von Lostwithiel und des Tenorites vom Vesuv berichtet. Es heisst dort: »der krystallographischen Bestimmung des Melaconites bieten sich beträchtliche Schwierigkeiten dar in Folge der Unvollständigkeit der Krystalle. Die an 3 oder 4 auserlesenen Krystallen angestellten Messungen ergeben das monokline System. Die gefundenen Flächen sind (100) a, (001) c, (011) (111) ($\bar{1}11$) (601) (611); die krystallographischen Constanten des Minerales werden durch die Werthe des Parameter $a : b : c = 1{,}4902 : 1 : 1{,}3604$ und der Neigung der Normalen zu c, a, d. h. zu (001), (100) = 80° 28′ gegeben. — Der Bruch ist gewöhnlich muschelig und Spaltungen existiren parallel (111) und (001),

Digitized by Google

die letztere ist leicht. Die Krystalle sind gewöhnlich verzwillingt; eine Zwillingsebene ist (100)«. »Das Mineral Tenorit, diejenige Form des Kupferoxydes, welche in gewissen alten Laven des Vesuvs gefunden wird, besteht aus feinen bandartigen Fibern, die unter dem Mikroskop durchscheinend sind und federartige, verzwillingte Aggregate lamellarer Krystalle darstellen. Die Krystallindividuen spalten leicht mit einem Winkel von ein wenig mehr als 72°. Sie bieten die interessante Erscheinung dar, einen der durchgehenden polarisirten Lichtstrahlen zu absorbiren, gerade wie eine der optischen Axe parallel geschnittene Turmalinplatte. Es ist nicht unmöglich, dass Tenorit den Melaconit-Krystall in Lamellen parallel (100) darstellt....«

Bereits sechs Jahre vor Maskelyne's Mittheilung hatte Bergrath Jenzsch im 17. Bde. der Ann. d. Phys. und Chem. hggb. von Poggendorff, S. 647—51, die Krystallform des künstlichen Kupferoxydes beschrieben, welches sich in einem Röstofen der Muldener Hütten bei Freiberg gebildet hatte. Er hielt dasselbe für rhombisch; nach dieser Arbeit sind wohl die Angaben über das Krystallsystem des natürlichen Kupferoxydes (Tenorit, Melaconit) in unsere Lehrbücher übergegangen. Jenzsch selbst giebt bereits an, dass die von ihm als Prisma gedeuteten Flächen ungleich gross ausgebildet seien, und dass ein Pyramidoëder $\frac{1}{2}P$ nur mit zwei Flächenpaaren auftrete. Es ist unklar, aus welchen Gründen Jenzsch die Formen nicht als monokline gedeutet hat. Seine Messungen stimmen in erfreulicher Weise mit den Angaben von Maskelyne überein, wie dies zuerst von Scacchi in einer gleich zu erwähnenden Arbeit erkannt wurde. Jenzsch theilt folgende Mittelwerthe aus seinen Messungen mit:

$$\begin{aligned} m : p &= 80^0\ 21\tfrac{1}{4}' \\ p : z &= 53\ 31\tfrac{1}{3} \\ z : z &= 107\ 2\tfrac{2}{3} \\ z : m &= 84\ 21 \\ u : m &= 57\ 2 \\ o : m &= 66\ 2\tfrac{1}{4} \end{aligned}$$

Ich habe mir nur erlaubt, die Bezeichnung p zu setzen an Stelle von m', wie Jenzsch die Fläche nennt. In Uebereinstimmung mit Maskelyne sind dann:

$$\begin{aligned} m &= \infty P\infty = (100) \\ p &= 0P = (001) \\ z &= P\infty = (011) \\ u &= -P = (111) \\ o &= +P = (\bar{1}11) \end{aligned}$$

Berechnet man die von Jenzsch gemessenen Neigungen aus den Constanten, welche Maskelyne angiebt, nämlich $a : b : c = 1{,}4902 : 1 : 1{,}3604$ und $\beta = 80^0\ 28'$ so erhält man:

Digitized by Google

$m : p = 80° 28'$
$p : z = 53 \ 44$
$z : z = 107 \ 22$
$z : m = 84 \ 19$
$u : m = 57 \ 4$
$o : m = 65 \ 49\frac{1}{2}$

Man sieht, dass die Uebereinstimmung eine sehr grosse ist, wenn man bedenkt, dass die Kryställchen nur klein und nicht besonders gut ausgebildet waren. Ueberdies giebt Jenzsch dasselbe Zwillingsgesetz an, wie Maskelyne; er beschreibt polysynthetische Zwillinge mit m als Zwillingsebene.

Bei dem Ausbruch des Vesuvs im Jahre 1872 wurde wieder Tenorit gebildet, und A. Scacchi hat in seinen »Contribuzioni miner. per servire alla storia dell' incendio vesuv. di 1872, parte sec. Napoli 1874 *) auf Seite 10—22 eine ausführliche Beschreibung der Krystallform und Zwillingsbildung dieses Minerales gegeben.

Nachdem Scacchi die Benennung durch Semmola erwähnt und die oben mitgetheilten Angaben von Maskelyne und Jenzsch auf einander bezogen hat, giebt er die Beschreibung der vier bez. fünf Erscheinungsformen des Tenorites. Die erste Varietät wird dargestellt durch dünne, im durchfallenden Lichte braune, verzwillingte Lamellen mit starkem Metallglanz; sie weisen einen Winkel von circa 72° zwischen einer Spaltungskante und der Zwillingsnaht auf und sind in verschiedener Weise gestreift, entweder parallel der eben erwähnten Spaltbarkeit oder mit 36° oder 54° Neigung der Striche gegen die Zwillingsnaht.

Bei dem Tenorit, der im Januar 1873 gebildet wurde, erscheinen noch andere Lamellen, deren dunkle Streifen senkrecht auf den Längskanten stehen und zwischen sich eine klare Längsaxe frei lassen. Die gegenseitige Beziehung der beiden Formen mag kurz durch Fig. 9 Taf. VI. erläutert werden. Die Blättchen der zweiten Form sollen auch verzwillingt sein mit der Vertikalen auf ε als Zwillingsaxe. Scacchi deutet die Blättchen als monoklin und in der Symmetrieebene flächenhaft ausgedehnt; es sind dann $A = (001)$, $B = (100)$ und $\varepsilon = (\bar{1}01)$. Dadurch, dass die Axen a und c einander nahezu gleich sind, geschieht es, dass bei einem Zwilling der zweiten Form die Kanten A und B' der resp. Individuen in eine Gerade zusammen fallen.

Die zweite Varietät ist opak mit geringerem Metallglanz; ihre Form ist derartig, dass viele einfache Individuen der Form II mit einander mit der Fläche B zwillingsartig verwachsen sind zu federförmigen Gruppen.

*) Atti d. R. Accad. d. Scienze Fis. e Mat. di Napoli. Vol. VI.

Digitized by Google

Solche Zwillingssysteme sind dann wieder mehrfach mit einander verwachsen und zwar so, dass die äusseren Individuen zweier »Federn« zu einander im Verhältniss der Zwillingsbildung stehen.

Die dritte Varietät sind nadelförmige Kryställchen, deren Verzwillingung auf die obigen Formverhältnisse beziehbar ist, und die vierte Varietät sind längliche, vielfach übereinander gelegte Lamellen von unregelmässigen Umrissen. Das schwarze, pulverförmige Kupferoxyd auf Schlacken und Chloralkalien dürfte die fünfte Form sein, ebenfalls auf die obigen Kryställchen beziehbar.

Die physikalische Ungleichheit von *A* und *B* lässt es nach Scacchi nicht zu, für den Tenorit die von Maskelyne kurz angedeutete Stellung beizubehalten. Zwischen Maskelyne's Melaconit und dem Tenorit vom Vesuv herrscht nach Scacchi das Verhältniss der Polysymmetrie; beide sind monoklin, beide weisen den Winkel von circa 72° auf, aber ihre Symmetrieebenen stehen senkrecht auf einander.

An einer Stufe von Tenorit, die ich in Resina erwarb, weil die Blättchen durch ihre grosse Beweglichkeit eine seltene Dünne anzudeuten schienen, konnte durch genaue optische Untersuchung nachgewiesen werden, dass der Tenorit dem triklinen Krystallsystem angehört.

Die Dicke der Blättchen ergab sich durch Messung unter dem Hartnack'schen Mikroskop mit dem Immersionssystem Nr. 10 gleich 0,0011 mm. Die gleiche Farbe aller Blättchen derselben Stufe zeigt an, dass alle gleich dünn sind. Im zerstreuten Lichte erscheinen dieselben hell gelblichbraun gefärbt; polarisirtes Licht wird in der Richtung eines Hauptschnittes sehr stark absorbirt, so dass die Blättchen bei derartiger Lage dunkel zimmtbraune Farbe aufweisen. Der betreffende Hauptschnitt bildet mit der Längsaxe der Blättchen einen Winkel von 29—35°.

Alle die langen und schmalen Blättchen sind sammt und sonders Zwillinge und identisch mit der ersten Form der ersten Varietät Scacchi's. Die mit der Längsaxe der Blättchen zusammenfallende Zwillingsnaht ist ganz scharf und ohne alle Störungen ausgebildet; die beiden Längskanten der Blättchen dagegen, welche im Uebrigen der Zwillingsaxe parallel*) verlaufen, sind länger als die mittlere Axe: die Folge davon ist, dass die Blättchen gerunzelt erscheinen. Die sehr feinen Runzeln fangen etwas entfernt von der Zwillingsnaht an und werden nach den Rändern zu stärker, so dass die Tenorit-Blättchen gut zu vergleichen sind mit den Schwungfedern eines Vogelflittigs. Die Runzelung ist jedoch so fein, dass die opti-

*) Doch ist zu bemerken, dass sehr viele der langen Blättchen ganz allmählich nach einem Ende zu (wohl nach dem freien) immer schmäler werden, wie auch Scacchi bereits angiebt. Dabei mag noch erwähnt werden, dass manche Blättchen schwach spiralig im Raum gewunden sind.

Digitized by Google

schen Erscheinungen dadurch nicht in erkennbarer Weise beeinflusst werden.

Was die Richtung der feinen Runzeln betrifft, so bilden dieselben keinen bestimmten Winkel mit der Zwillingsnaht, es wurden die Werthe 55, 56 und am häufigsten 62° gefunden. Es ist weiter unten nöthig, auf diese Winkel zurück zu kommen. Diese Runzeln scheinen der einen Art Streifung bei Scacchi zu entsprechen.

In den Präparaten fanden sich auch mehrfach Blättchen, welche die natürliche Endigung aufweisen; es treten hier keine Krystallflächen auf, die Enden sind vielmehr mit zerrissenen Conturen mehr oder minder spitz abgerundet. Bisweilen sind auch die Längskanten sehr stark zerstückelt (formes dentées, frangées von Semmola).

Die weitaus grösste Anzahl der Blättchen und Bruchstücke, wie man sie im Präparat zu untersuchen genöthigt ist, weisen eine Endigung durch eine Spaltungsfläche auf. Der zur Beobachtung gelangende Durchschnitt derselben mit der Tafelfläche der Blättchen macht mit der Zwillingsnaht einen ganz bestimmten, unveränderlichen Winkel von etwa 72½°; es ist dies der Werth, welchen schon Maskelyne mittheilt, und den auch Scacchi wieder gefunden hat. Sehr selten kommt eine Spaltbarkeit parallel der Zwillingsnaht zum Vorschein; ebenso selten endlich ist eine dritte Spaltbarkeit, welche merkwürdiger Weise denselben Winkel mit der Zwillingsnaht zu bilden scheint, wie die Runzeln des betreffenden Individuums, letzteren also parallel geht. Vergl. Fig. 10 Taf. VI.

Nur vereinzelt gewahrt man unter den so beschaffenen Tenorit-Blättchen auch noch einige von anderer Form. Diese weisen nämlich statt der der Zwillingsnaht parallelen Seitenkante eine solche auf, welche mit ersterer einen Winkel von 3—4° bildet. Solche keilförmigen Blättchen sind nie gerunzelt, sondern ganz glatt und eben. Es geht daraus hervor, dass an denselben eine andere Krystallfläche zur Ausbildung gelangt ist, als an der grossen Mehrzahl der Tenorit-Blättchen.

Der unter dem Mikroskop gemessene Winkel von 72½° erscheint wieder in der Neigung der Flächen des Klinodoma's zu einander, welche also nach Jenzsch 72° 37½', nach Maskelyne 72° 38' beträgt. Darnach könnte man mit Maskelyne sagen, dass die Tenorit-Blättchen wahrscheinlich »den Melaconit-Krystall in Lamellen parallel (100) darstellen«. Jenzsch erwähnt gleichfalls dünne Lamellen nach der Fläche *m*. Die Spaltbarkeit nach der Basis, welche Maskelyne als leicht bezeichnet, scheint an den Tenorit-Blättchen nicht zu beobachten zu sein, falls es nicht gestattet sein sollte, die mit der Stellung der Runzeln wechselnde Zertheilung parallel denselben auf die Basis zu beziehen.

Nun fand aber Scacchi, dass die beiden um 72½° zu einander geneigten Kanten physikalisch verschieden sind; dasselbe ergiebt sich bei

Digitized by Google

meinen Tenoriten aus dem verschiedenen Grade der Spaltbarkeit parallel denselben. Das Doma z zerfällt also fürs Erste augenscheinlich in zwei Flächenpaare, z und z'. Die optischen Verhältnisse beweisen nun aber ferner, dass der Tenorit triklin ist, auch wenn man die von Scacchi gewählte Deutung der Form annehmen würde.

Unter Annahme monoklinen Systems und der Aufstellung nach Maskelyne wären die Blättchen senkrecht gegen die Symmetrieebene ausgedehnt. Der eine optische Hauptschnitt müsste somit den Winkel zwischen den beiden Doma-Flächen gerade halbiren. Dies ist aber nicht der Fall. Für die Auslöschungsrichtung in Bezug auf die Zwillingsnaht ergaben sich an drei auserwählten Zwillingen folgende Winkelwerthe:

für das rechte Individuum 33^0, 32^0, 32^0
für das linke Individuum 29^0, 29^0, 35^0.

In ähnlicher Weise sind die Auslöschungsschiefen in allen Blättchen verschieden.

Die Differenz zwischen den Werthen bei den einzelnen Individuen der Zwillinge muss dadurch gedeutet werden, dass die Verwachsungsfläche nicht genau einer krystallonomischen Ebene entspricht. Die ganz allmähliche Zuspitzung der Zwillinge, die schwach spiralige Windung und die Fältelung sind mehrere Momente, welche hierbei in Betracht zu ziehen sind, wenngleich durch Messungen unter dem Mikroskop die Ungleichmässigkeit der Form nicht direct zu erkennen ist. Ueberdies mögen auch die Zahlen nicht gerade ganz exact sein, da es überaus schwer und nur bei sehr starker Beleuchtung möglich ist, diejenige Stellung zu ermitteln, bei welcher die völlige Auslöschung stattfindet.

Für monoklines System müsste die Auslöschungsschiefe bei der Aufstellung nach Maskelyne also stets unveränderlich $36^0\,49'$ betragen, ein Werth, welchen ich durch keine der zahlreichen Messungen erhalten habe. Scacchi giebt freilich gerade 36^0 an, allein er fand den optischen Hauptschnitt nur mit Hilfe einer Turmalinplatte, und für die Winkelmessung stand ihm nur eine wenig vollkommene Vorrichtung zu Gebote.

Da nun, wie weiter unten gezeigt werden wird, auch die Aufstellung nach Scacchi wegen der optischen Verhältnisse nicht zulässig ist, so sind die Tenorite triklin. Man kann deshalb die Aufstellung nach Maskelyne ohne Zwang beibehalten. Die geometrischen Formen des Tenorites scheinen sich jedoch nur wenig von monokliner Symmetrie zu entfernen, da mit Hilfe des Goniometers an den nicht besonders guten Kryställchen des natürlichen und künstlichen Kupferoxydes die Asymmetrie bis jetzt noch nicht constatirt worden ist.

Die Zwillingsebene ist also bei den Tenorit-Blättchen eine Fläche des Brachydoma $\breve{P}\infty$, (011); es lässt sich nicht entscheiden, ob eine Fläche des linken oder des rechten Hemidoma Zwillingsebene ist. Es fragt sich

Digitized by Google

noch, welche Lage die Zwillingsaxe hat. Dass dieselbe der Kante $\breve{P}\infty | \infty\bar{P}\infty$, (011) | (100) parallel geht, ergeben folgende Beobachtungen und Messungen, die zugleich die Lage der optischen Elasticitätsaxen mit Bezug auf die Fläche $\infty\bar{P}\infty$ (100) erkennen lassen.

Die Tenorit-Blättchen sind zu klein und zu elastisch, um sich einzeln irgendwie fassen zu lassen, so dass man ihr optisches Verhalten in einer andern Richtung als senkrecht gegen ihre Flächenausdehnung prüfen könnte. Um dennoch dieses Ziel zu erreichen, wurden Blättchen zwischen zwei etwa 6—8 qmm grosse Stückchen Deckglas mit Canadabalsam eingekittet. Legt man ein solches kleines Präparat auf weisses Papier, so erscheinen die längern und breiteren Tenorite als feine schwarze Striche. In ein kleines Tröpfchen Wachs am Rande des Präparates kann dann mit Hilfe einer Lupe die Spitze einer starken, stählernen Tuchnadel so eingedrückt werden, dass einer der Tenoritzwillinge parallel der Axe der Nadel und derselben möglichst nahe liegt. Um nun eine sichere und ruhige Drehung des Präparates u. d. M. bewerkstelligen zu können, war die Tuchnadel zuerst durch ein Holz-Klötzchen von 1 cm Dicke und Höhe gesteckt worden, das mit Klammern am Objecttisch des Mikroskopes festgehalten werden konnte; die Durchbohrung des Klötzchens musste natürlich genau horizontal gerichtet sein. An dem Kopf der Nadel kann man dann das Präparat drehen; der der Axe der Nadel parallele Tenorit-Zwilling geht dabei nur wenig aus dem Focus des Mikroskopes (Hartnack mit System 4) heraus, ist dann aber mit Hilfe der Stellschraube wieder leicht zu erreichen. Ein an das Holzklötzchen befestigter Halbkreis mit Gradtheilung und ein an der Nadel befestigter Zeiger lassen den Winkel der Drehung bestimmen.

Mit einer solchen kleinen Vorrichtung wurden folgende Messungen angestellt, die keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit machen. Die schwache anwendbare Vergrösserung und die Depolarisirung des Lichtes durch Glas und Balsam bei stärkerer Neigung des kleinen Präparates verhindern die genaue Bestimmung der Lage des optischen Hauptschnittes, wenn auch bei künstlicher Beleuchtung durch eine sehr helle Petroleumflamme gearbeitet wurde. Die erhaltenen Winkelwerthe sind jedoch genau genug zur Bestimmung des Zwillingsgesetzes und der Stellung der optischen Elasticitätsaxen gegen $\infty\bar{P}\infty$, (100). Zwilling I und II waren gewöhnliche, III einer der keilförmigen Art. Es wurde die Lage desjenigen Hauptschnittes beobachtet, in welchem die Absorption stattfindet. Die Bestimmung des Winkels geschah aber durch Auslöschung zwischen gekreuzten Nicols.

Stellung	I		II		III	
	l.	*r.*	*l.*	*r.*	*l.*	*r.*
45° geneigt nach vorn	44°	39°	27°	25°	34°	33°
20° geneigt nach vorn	40	35	31	28	32	35
horizontal	33	29	32	29	32	35

Digitized by Google

Stellung	I		II		III	
	l.	r.	l.	r.	l.	r.
10° geneigt nach hinten			37°	34°		
20° geneigt nach hinten	31°	28°	43	38	40°	38°
45° geneigt nach hinten	23	25	44	40	43	41
60° geneigt nach hinten			46	45		

Läge die in Betrachtung gezogene Elasticitätsaxe in der Ebene $\infty \bar{P} \infty$ (100), so müsste der betreffende optische Hauptschnitt sowohl bei der Drehung nach vorn als auch bei der Drehung nach hinten sich der Drehungsaxe stetig nähern. Die obigen Zahlen zeigen nun, dass dies nicht der Fall ist, vielmehr entfernt sich der optische Hauptschnitt von der Drehungsaxe bei der Drehung nach der einen Seite und nähert sich derselben nur bei der Drehung im entgegengesetzten Sinne. Aus den Zahlen erkennt man durch einige Erwägung ferner noch, dass die betreffende optische Elasticitätsaxe gar nicht viel aus der Ebene $\infty \bar{P} \infty$ heraustritt. Mit Hilfe zweier richtig gelegter sphärischer Dreiecke lässt sich aus den obigen Zahlen der Winkel berechnen, welchen die betreffende Elasticitätsaxe mit $\infty \bar{P} \infty$ macht. Der Winkel von 31° bei einer Drehung nach hinten um 20° bei dem Zwilling I ergiebt mit Bezug auf den Winkel von 33° bei horizontaler Lage ein Heraustreten der Elasticitätsaxe aus $\infty \bar{P} \infty$ um 1° 19′ 17″. Aus dem Werthe 23° bei der Drehung um 45° nach hinten bei demselben Individuum findet man den Winkel 4° 41′ 49″; wäre die Auslöschungsschiefe zu 24° bestimmt worden, so wäre der Winkel dagegen nur gleich 56′ 54″. Man sieht, dass diese Messungen nicht genau genug sind, um durch Einführung in die Rechnung denselben Werth zu ergeben, dass sie sich aber andererseits von der Wahrheit nicht zu weit entfernen.

Aus dem Verhalten der beiden Individuen eines Zwillings bei der Drehung ergiebt sich nun die Lage der Zwillingsaxe. Die obigen Zahlen lassen nämlich erkennen, dass bei der Drehung beide einander entsprechende optische Hauptschnitte gleichzeitig sich der Zwillingsnaht entweder nähern oder von ihr entfernen. Daraus folgt, dass bei dem einen Individuum die Elasticitätsaxe z. B. nach oben aus der Ebene des horizontal liegenden Blättchens austritt, während die entsprechende bei dem andern Individuum nach der entgegengesetzten Seite austritt. Aus einer derartigen Stellung der resp. Elasticitätsaxen folgt nun, dass die Zwillingsaxe in der Ebene der Blättchen der Zwillingsnaht parallel läuft: stünde sie senkrecht dagegen, so würden in beiden Individuen eines Zwillings die betreffenden Elasticitätsaxen nach derselben Seite austreten.

Die Lage der Zwillingsaxe lässt sich jedoch auch dadurch bestimmen, dass bei den Zwillingen die Flächen der beiden Makropinakoide in eine Ebene fallen. Die doppelte Neigung eines triklinen Brachydoma würde eine

Digitized by Google

Neigung der beiden Individuen zu einander verursachen, wenn die Zwillingsaxe senkrecht stünde gegen die Kante $\breve{P}\infty|\infty\bar{P}\infty$, (011) (100).

Das Heraustreten der Elasticitätsaxen aus der Ebene der Blättchen bedingt das trikline System für den Tenorit, auch wenn man die Formen desselben so deuten wollte, wie Scacchi.

Der Tenorit stellt die bekannteste, krystallisirte Form des natürlichen Kupferoxydes dar: die trikline Form seiner Blättchen lässt sich sehr leicht erklären nach den Angaben, welche Jenzsch über die Krystallform künstlichen Kupferoxydes, und Maskelyne über die des Melaconites von Lostwithiel in Cornwall gegeben haben. Danach sind die Tenorite flache Blättchen in Folge vorherrschender Ausdehnung der Querfläche; sie sind stets verzwillingt nach einer Fläche des Brachydoma, Zwillingsaxe ist die Combinationskante dieser Fläche zur Querfläche. Der Tenorit ist triklin, weil der eine optische Hauptschnitt mit starker Absorption polarisirten Lichtes den Winkel zwischen der linken und rechten Domenfläche nicht halbirt, weil die letzteren sich durch ungleich gute Spaltbarkeit als ungleichwerthig zu erkennen geben, und schliesslich weil zwei optische Elasticitäts-Axen nicht in der Ebene der Blättchen liegen.

Die vorliegenden Untersuchungen berichtigen nur um Weniges die Angaben Scacchi's; wegen der vielfachen Verzwilligung der Tenorite und ihrer verschiedenen Erscheinungsform muss jedoch auf Scacchi's reichhaltige Arbeit nochmals verwiesen werden.

Digitized by Google

XVII. Mineralogische Notizen.

Von

A. von Lasaulx in Breslau.

(Hierzu Taf. VII, Fig. 1—6.)

1. Szabóit von Biancavilla am Etna.

Zu den geologisch interessantesten Punkten am äusseren Abhange des Etna gehört der Mte Calvario von Biancavilla (300 m über dem Meere) an der Westseite des Vulkans und dicht an der grossen Ringstrasse gelegen, die in einem 140 Kilometer langen Bogen rings um den Fuss desselben hinführt. Das Gestein dieses Hügels erscheint auf den ersten Blick von den umgebenden Laven des Etna verschieden und wurde daher von Sartorius von Waltershausen auch seinen Trachyten zugerechnet. Es gehört zu den ältesten Produkten des Vulkans und entspricht etwa den im unteren Val del Bove und im Val Giacomo anstehenden, auch äusserlich durchaus ähnlichen Gesteinen, die hier dem Kern des Vulkans angehören. Eine genauere petrographische Untersuchung ergiebt aber, dass auch dieses Gestein von den übrigen etnäischen nicht wesentlich verschieden ist. Der Unterschied besteht nur darin, dass dasselbe eine vollkommene Bleichung erfahren hat, die vorzüglich auf der Zersetzung des Magnetits beruht. In einer gelblich-röthlichen Grundmasse liegen Krystalle von Plagioklas von klarer, glasiger Beschaffenheit, kleine grünliche Augite und viele rostfarbene Körner zersetzten Magnetits. Auch unter dem Mikroskope ist fast gar kein Olivin wahrzunehmen, jedoch sind manche braunrothe Querschnitte der Form nach wohl mit Sicherheit für Olivinreste zu halten. Jedenfalls steht das Gestein durch dies Zurücktreten des Olivin den Augitandesiten näher.

Das Gestein erscheint mit hellgrauen, ebenfalls gebleichten Tuffen in Wechsellagerung und setzt mit diesen, in ziemlich steiler Stellung nach dem Etna zu aushebend, den ganzen Hügel zusammen. In den lockeren Tuffschichten und auf den Fugen des Gesteines selbst finden sich zahlreiche,

Digitized by Google

zum Theil recht grosse und ausserordentlich schön entwickelte Krystalle und Tafeln von Eisenglanz, deren Formen ich im Folgenden noch genauer beschreiben werde. Ferner sagt Sartorius von Waltershausen, von dem mir über diesen Punkt eine handschriftliche Notiz vorliegt, dass ebenfalls auf den Spalten des Gesteines und mit dem Eisenglanz zusammen unzählige etwa 5 mm lange braunrothe Brookitkrystalle sich finden und mit diesen zusammen fast metallglänzende, grün durchscheinende Nadeln von Augit. Die Angabe dieses Brookitvorkommens ist dann auch einer früheren Mittheilung Sartorius zufolge in verschiedene Lehrbücher übergegangen, z. B. in Blum's Mineralogie, Descloizeaux's Manuel u. A., und es mögen wohl auch andere, allgemeiner gehaltene Angaben über das Vorkommen von Brookit am Etna oder im Val del Bove hierauf zurückzuführen sein.

Als ich am 8. Oktober v. J. in Begleitung meines verehrten Freundes Orazio Silvestri den Mte Calvario bei Biancavilla besuchte, war unser Hauptaugenmerk darauf gerichtet, diesen Brookit zu finden. In der That fanden wir auch auf den Gesteinsklüften mit dem Eisenglanz zusammen sofort die von Sartorius erwähnten Kryställchen, braunroth von Farbe und in Etwas an Brookit erinnernd, wenn dessen bekannte Combination $\infty P . \infty \breve{P} \infty . \breve{P} 2$ vorläge, auch der Prismenwinkel einem Rechten nahe stehend. Jedoch erkannte ich schon an Ort und Stelle so bestimmt die mit dem Augit übereinstimmende Form, dass ich an eine besondere Varietät desselben dachte und so viel Material zur späteren Untersuchung sammelte, als es eben möglich war. Meine Aufmerksamkeit wurde um so mehr durch dieses Vorkommen erregt, als es mit dem später noch zu erwähnenden Minerale aus dem Mt. Dore, das ich schon auf der Reise in Lyon gesehen, unzweifelhaft übereinstimmte. Fast gleichzeitig mit der Ankunft meiner Mineralsendungen aus Sicilien erhielt ich die Arbeit des Herrn Prof. A. Koch*), worin er die interessanten neuen Mineralien vom Aranyer Berg in Siebenbürgen beschreibt. Ich war keinen Augenblick im Zweifel über die Identität des Minerals von Biancavilla mit der von Koch als Szabóit aufgestellten neuen Mineralspecies. Herr Prof. Koch, dem ich Stückchen der von mir gesammelten beiden Minerale zusandte, bestätigte mir auch seinerseits vollkommen diese Identität.

Der Szabóit von Biancavilla bildet höchstens 0,5 — 2 mm lange, sehr dünne tafelförmige, meist braunrothe Kryställchen. Dieselben zeigen die Flächencombination, wie sie in Fig. 6 in gerader Projektion dargestellt ist. In Uebereinstimmung mit Prof. Koch glaube auch ich die Krystalle, trotz ihrer grossen Aehnlichkeit mit der gewöhnlichen Combination des Augites, für triklin halten zu müssen.

---

*) Tschermak, Min. u. petrograph. Mittheil. 1878. VI. p. 350 ff. Originalarbeit in den Verhandl. der ungar. Akad. 1878. Im Ausz. am Schlusse dieses Heftes.

Digitized by Google

Koch fand, wie aus Fig. 9 und aus dem am Schlusse dieses Heftes mitgetheilten ausführlichen Auszuge seiner Arbeit (dessen Kenntniss für das Folgende vorausgesetzt werden möge) hervorgeht, auch Krystalle mit vier Tetartopyramiden als Endflächen. An den Krystallen von Biancavilla habe ich immer nur die beiden vorderen Pyramidenflächen o und p, auch nur selten die beiden Domen x und y, in der Regel nur eines beobachten können. Ebenso fehlen immer die von Koch als Brachypinakoid bezeichneten Flächen a aus der Zone der Verticalaxe, wohl aber ist häufig die Basis c. Die Krystalle sind immer sehr dünn tafelförmig durch das Vorherrschen des Brachypinakoides.

Auch die Krystalle von Biancavilla sind leider meist matt und gestatten bei ihrer Kleinheit keine Messungen mit dem Reflexionsgoniometer, nur für die Prismenzone war es einigermassen möglich. Sorgsame Messungen der Kanten dieser Zone unter dem Mikroskop der vertical gestellten Kryställchen konnten als Controlle dienen. An den flach gelegten Täfelchen wurden die Umrisse der Krystalle gemessen.

Die Messungen ergaben folgende Werthe für die Winkel aus der Zone der Verticalaxe:

$\infty \breve{P} \infty : \infty P' = 46^0\,30'$		
$\infty \breve{P} \infty : \infty' P = 46^0$		
$\infty P' : \infty' P = 87 - 88^0$	$87^0\,30'$	berechnet aus den ersten Werthen.
über $\infty \bar{P} \infty$		
$\infty P' : \infty' P = 92^0\,30'$	$92^0\,30'$	
über der Kante		

Die an den Krystallumrissen unter dem Mikroskope gewonnenen Werthe stimmen mit denen, die Koch erhalten hat, sehr nahe überein. In Fig. 6a sind die auch von Letzterem für die einzelnen Winkel gebrauchten Buchstaben angegeben*).

Es ergab sich:

	Koch:
$\gamma = 59 - 60^0$	60^0
$\alpha = 38^0\,30'$	$39^0\,45'$
$\alpha' = 37^0\,30'$	$37^0\,45'$
$\beta = 19^0\,30'$	$19^0\,45'$
$\beta' = 22^0$	$21^0\,45'$
$\delta = 29^0\,30'$	$29^0\,45'$
$\delta' = 31^0$	$31^0\,30'$.

An einem der Krystalle, die ich Prof. Koch zur Prüfung übersandte, mass Derselbe ebenfalls, der mir gemachten Mittheilung zufolge: $\alpha = 40^0$, $\alpha' = 38^0$, $\beta = 20^0$, $\gamma = 59^0$.

*) Leider fehlt in der deutschen Ausgabe seiner Arbeit die diese Buchstaben erläuternde Figur der ungar. Originaltafeln.

Digitized by Google

Die Krystalle von Biancavilla (Fig. 6) stellen demnach die folgende Combination dar:

$\infty' P (1\bar{1}0)$; $\infty P' (110)$; $\infty \breve{P} \infty (010)$; $' P (1\bar{1}1)$; $P' (111)$; $o P (001)$; $2\bar{P}' \infty (02\bar{1})$; $2' \bar{P} \infty (0\bar{2}1)$.

Die von Koch dargestellten Krystalle (Fig. 9), wo in der Endigung alle vier Pyramidenflächen gleichzeitig vorhanden sind, möchten wohl doch nur Zwillinge der an den Krystallen von Biancavilla ausschliesslich beobachteten einfachen Form sein, ganz analog gebildet, wie die Zwillinge des Augit. Eine Entscheidung hierüber war an dem mir durch die Güte des Herrn Prof. Koch zugegangenen Materiale vom Aranyer Berg nicht möglich.

Auch die Krystalle von Biancavilla zeigen die von Prof. Koch für den Szabóit angeführte, oft sehr dichte Verticalstreifung auf $\infty \breve{P} \infty$. Besonders auffallend trat sie hier an den lang prismatisch ausgebreiteten, feinen Nadeln hervor, wie in Fig. 6b dargestellt. Es sind diese Streifen ohne Zweifel Wachsthumserscheinungen, gebildet durch oscillatorischen Wechsel von Prismen- und Pinakoidfläche.

Unter dem Mikroskope erkennt man die Andeutungen von Spaltungsrichtungen durch mehr oder weniger zahlreiche Sprünge (Fig. 6), die sehr nahe, aber nicht ganz parallel den im Umrisse sichtbaren Combinationskanten von Pyramide und Prisma verlaufen. Diese Spalten treten dadurch noch ganz besonders hervor, dass ihnen und der Verticalaxe parallel ein rostfarbiges, braunrothes Pigment in unregelmässigen, aber stets in der Richtung der Spalten oder Verticalstreifen gestreckten winzigen Fetzen eingelagert ist. Manchmal ist die Entscheidung schwer, ob wirklich eine Spaltung vorliegt, oder nicht vielmehr nur eine den äusseren Umrissen der Krystalle parallele Interposition der Lamellen von Eisenoxyd.

Die von Koch erwähnte horizontale Querstreifung tritt auch an einzelnen Krystallen unseres Vorkommens, wenn auch nicht so fein, so doch am lichten Rande recht regelmässig hervor. Viele Krystalle sind zur Hälfte dicht mit den Eisenoxydinterpositionen erfüllt und rostbraun und undurchsichtig, die andere Hälfte noch durchscheinend. Jedoch kommen auch einzelne, fast ganz durchsichtige Kryställchen vor, die dann eine gute Bestimmung des an ihnen deutlich wahrnehmbaren Pleochroismus gestatten. Sie erscheinen lichtgrünlichgelb, wenn die Verticalaxe mit dem Hauptschnitte des unteren Nicols parallel steht, braungelb in der dazu senkrechten Stellung.

Unter gekreuzten Nicols zeigen die Täfelchen, also im brachydiagonalen Schnitte, eine sehr übereinstimmend an allen durchscheinenden Krystallen zu messende Abweichung der Richtung der maximalen Auslöschung von der Verticalaxe um 2—3°. Wenn man eines der nadelförmigen, sehr dünnen Prismen auf einer Nadelspitze mit Wachs so auf einen Objectträger bringt, dass man es um seine mit der der Nadel zusammenfallende

Digitized by Google

Axe drehen kann, so gelingt es auch die Auslöschungsschiefe in einem nahezu makrodiagonalen Schnitte zu beobachten. Die von mir so erhaltenen Werthe waren nicht übereinstimmend, im Maximum betrugen sie 22°.

So wenig nun auch die nur um ein geringes von den Winkeln des Augites abweichenden, zudem nur annähernd bestimmten Winkel des Szabóites allein zu der Annahme einer triklinen Krystallform zu berechtigen scheinen, um so unzweifelhafter tritt die trikline Beschaffenheit in dem erwähnten optischen Verhalten hervor.

An den auf $\infty \breve{P} \infty$ liegenden klaren Täfelchen vom Aranyer Berg so wenig wie von Biancavilla gelang es mir, auch bei Anwendung starker Objektive (Winkel 7) im convergenten Lichte im Mikroskope ein Interferenzbild zu erhalten, obgleich dieses bei ebenso kleinen und dünnen Blättchen von Augit leicht gelingt. Man sieht dann den schief austretenden Pol der einen optischen Axe, die im Augit mit dem Orthopinakoid einen Winkel von 68°44′ bildet, also nur um 21°46′ von der Normalen abweicht. Diesen müsste man auch beim Szabóit wahrnehmen. Ich glaube daraus vermuthen zu dürfen, dass die Ebene der optischen Axen eine andere Lage habe, wie beim Augit; eine Vergleichung der Lage der Axenebenen im Babingtonit und Rhodonit dürfte hier von Interesse sein. Für den letzteren gibt Descloizeaux an, dass die Ebene der optischen Axen nahezu normal zu der Fläche *p* liege, die einer Prismenfläche des Augits entsprechen würde.

Meine chemische Prüfung der Krystalle von Biancavilla beschränkt sich auf das Löthrohrverhalten. Sie sind sehr schwer schmelzbar, geben in der Boraxperle die Eisenreaktion, in der Phosphorsalzperle ein schwaches Kieselskelett. In Folge der z. Th. auch in den Krystallen vom Aranyer Berg ausserordentlich reichlich beigemengten Partikelchen von Eisenoxyd ist der Gehalt an Eisen, wie ihn Koch erhielt, wohl ein etwas zu hoher. Jedenfalls aber muss ein grosser Theil des gefundenen Eisens im Minerale selbst als Oxydul angenommen werden. Dann wird die Analogie in der chemischen Zusammensetzung mit dem Babingtonit noch mehr hervortreten, welche auch Koch schon betont hat. Wenn alles Eisen als Oxydul in Rechnung gebracht wird, ergiebt sich eine dem Rhodonit und Augit nahe stehende Formel für den Szabóit.

Mit Rücksicht auf diese so auffallend hervortretende Analogie in der chemischen Constitution erscheint es überraschend, dass Koch die trikline Gestalt des Szabóites nicht auch in Beziehung bringt zu den triklinen Vertretern der Pyroxengruppe: dem Babingtonit und Rhodonit. Die nahe Uebereinstimmung der Prismenwinkel des Szabóit mit dem Babingtonit und Rhodonit ist dann sofort ersichtlich, wenn wir diesen letzteren die Stellung geben, die ihnen Groth mit vollem Rechte giebt*). Die Spaltbarkeit giebt

*) Groth, Tabell. Uebersicht d. Min. S. 102.

die Prismenflächen an, und wenn man die entsprechenden Flächen vertical stellt, so kommen dann auch andere Winkel noch in ziemlich nahe Uebereinstimmung zum Szabóit. Das Prisma ist dann beim Rhodonit = 87° 38′, die Winkel

	Rhodonit	Szabóit
$\infty \breve{P} \infty : \infty' P$	= 43° 50′	46
$\infty \breve{P} \infty \cdot \infty P'$	= 48° 32′	46° 30′
$\infty \bar{P} \infty : \infty P'$	= 45° 59′	45° 1′
$\infty \bar{P} \infty : \infty' P$	= 44° 39′	42° 23′.

Sonach ist der Szabóit dann wohl doch als ein triklines, dem Augit selbst sehr nahe stehendes Glied der Pyroxengruppe anzusehen.

Wie am Aranyerberg ist der Szabóit auch am Mte. Calvario mit dem begleitenden Eisenglanz lediglich als Produkt der Sublimation entstanden. Die Verhältnisse seines Vorkommens sind jenen durchaus analog. Durch Zersetzung werden die Krystalle vollkommen trüb, die rostrothe Farbe, die selbst schon nicht die ursprüngliche ist, geht in goldgelb, die Farbe des Eisenoxydhydrates, über, wohl ein ganz ähnlicher Vorgang, wie die gelbe Rinde um die blutrothen Gerölle von Jaspis. Es gleichen dann die kleinen verwitterten Kryställchen winzigen zwischen den Eisenglanz zerstreuten Strohhälmchen. Es kommen diese goldgelben Kryställchen nur an der Oberfläche vor, im Innern der Gesteinsstücke, in den kleinen Höhlungen finden sich nur die rostfarbigen und durchscheinenden Krystalle. Pseudobrookit, das zweite der von Prof. Koch beschriebenen Mineralien vom Aranyer Berg ist auf den von mir gesammelten Stücken vom Mte Calvario nicht vorhanden.

2. Szabóit von Riveau grand im Mont Dore.

An das Vorkommen des Szabóit von Biancavilla kann ich hier gleich noch ein zweites anreihen. Die mir brieflich ausgesprochene Vermuthung des Entdeckers dieser Mineralspecies, es möge wohl dieselbe in vulkanischen Gesteinen sogar ziemlich verbreitet sich finden, wird hierdurch in der That weiter begründet.

Noch ehe ich das im Vorhergehenden beschriebene Vorkommen am Etna aufgefunden, war ich bereits im Besitze der Krystalle vom Mont Dore. Auf meiner Hinreise nach Sicilien fand ich in der Sammlung meines verehrten Freundes des Herrn F. Gonnard in Lyon, um die Kenntniss der Mineralien der Auvergne hoch verdient, auf einem trachytähnlichen Gesteine vom Riveau grand im Mont Dore dieselben rostbraunen Kryställchen. Da sie in ihrer Form mit dem Augit durchaus übereinstimmten, hielt ich sie für eine Varietät desselben und nahm eins der wenigen Stückchen, die Herr Gonnard besass, zur weiteren Untersuchung mit. Später erhielt ich auf meine Bitte noch einige kleine Stückchen, jedoch ist das Mineral immer-

Digitized by Google

hin zu einer eingehenden Prüfung noch zu spärlich. Das äussere Ansehen der Krystalle ist ganz dasselbe, wie das derjenigen von Biancavilla; die Krystalle sind winzig, nur wenige mögen 1 mm Länge haben. Die an den Krystallumrissen unter dem Mikroskope gemessenen Winkel zeigen die gleichen Werthe, wie an jenen. Aber keines der mir vorliegenden Kryställchen erwies sich als durchscheinend, alle sind vollkommen undurchsichtig. So konnte hier die Bestätigung der triklinen Form nicht erzielt werden. Auch gelang keine andere direkte Kantenmessung, als die an vertical gestellten Kryställchen unter dem Mikroskope. Es ergaben sich hierbei

$$\infty' P : \infty P' = 92^0 - 93^0$$
$$\infty \breve{P} \infty : \infty P' = 47^0 - 48^0$$
$$\infty \breve{P} \infty : \infty' P = 46^0 - 47^0$$

Auch das Löthrohrverhalten scheint vollkommen mit dem des Szabóit übereinzustimmen. Und so nehme ich keinen Anstand auch diese Kryställchen für Szabóit zu halten.

Auffallend ist auch die nahe Uebereinstimmung des Gesteines vom Mont Dore mit dem vom Aranyer Berg. Es ist ohne Zweifel ein Gestein aus der Reihe der von mir als Augitandesite beschriebenen Gesteine von Rigolet haut und vom Plateau Durbize*). In einer grauen Grundmasse liegen ausgeschieden Plagioklas und Sanidin, Augit und rostrothe Blättchen von Biotit (Rubellan). In allen kleinen Höhlungen erscheinen die braungelben Kryställchen des Szabóit mit winzig kleinen Täfelchen von Eisenglanz zusammen.

3. Eisenglanz von Biancavilla.

Das Vorkommen des Eisenglanzes auf den Klüften des Gesteines vom Mte. Calvario bei Biancavilla ist ohne Zweifel eines der schönsten seiner Art. Nicht so sehr die Grösse der Krystalle (die grössten Tafeln haben nur 2 cm Durchmesser) als vielmehr die für vulkanischen Eisenglanz seltene, vollkommene Formentwicklung und der vielgestaltige Habitus derselben zeichnen sie aus. Auch ist das Vorkommen bisher in unseren Sammlungen ein durchaus seltenes geblieben und vor allem kann dieses von den guten Krystallen gelten. So halte ich sie einer näheren Beschreibung wohl werth. An den von mir gesammelten Krystallen treten keine neuen Flächen auf; ich beobachtete an ihnen folgende Formen:

$(10\bar{1}1)$	$(01\bar{1}1)$	$(01\bar{1}2)$	$(02\bar{2}1)$	$(01\bar{1}6)$	$(22\bar{4}3)$	$(11\bar{2}3)$
R,	$-R$,	$-\frac{1}{2}R$,	$-2R$,	$-\frac{1}{6}R$,	$\frac{4}{3}P2$,	$\frac{2}{3}P2$,
			$(11\bar{2}0)$	$(21\bar{3}5)$	$(6\bar{2}\bar{4}5)$	(0001)
			$\infty P2$,	$\frac{1}{5}R^3$,	$\frac{3}{5}R^3$,	$0R$.

*) Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1872. S. 868.

Digitized by Google

Alle Flächen bestimmen sich ohne Weiteres aus dem Zonenverbande ohne Messung und Rechnung mit alleiniger Ausnahme von $-\frac{1}{6}R(01\bar{1}6)$. Es erscheint dieses besonders an einigen der im Folgenden besprochenen Zwillingskrystalle über $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$ oscillatorisch mit diesem wechselnd und eine Rundung der Kante zwischen $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$ und $oR(0001)$ bildend. Daher waren sichere Reflexe nur schwer zu erhalten. Das Mittel aus 8 Ablesungen ergab für den Winkel zwischen Basis und $-\frac{1}{6}R(01\bar{1}6)$: 11°30′. Für den Winkel zwischen $-\frac{1}{6}R(01\bar{1}6)$ und $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$:

23° 42′

die berechneten Winkel der Neigung von $-\frac{1}{6}R(01\bar{1}6) : oR(0001)$ resp. zu $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$ sind:

11° 42′ 19″ und 23° 32′ 41″.

$-R(01\bar{1}1)$ ist eine überhaupt sehr selten erscheinende Fläche, die an den Krystallen des Eisenglanzes von Elba beobachtet ist*). Sie erscheint an einem Krystalle als gerade Abstumpfung der Kante von $\frac{1}{3}P2(22\bar{4}3)$ mit parallelen Kanten rechts und links.

Alle Krystalle zeigen einen Theil der Flächen nur zu unvollkommener Ausbildung gelangt, mit treppenförmigen Vertiefungen. Es ist dieses vor allem die Fläche des Hauptrhomboëders, dann aber auch seltener Prisma $\infty P2$ und Basis. Die Flächen von $\frac{1}{3}P2(22\bar{4}3)$ sind immer, die des Prisma $\infty P2(11\bar{2}0)$ fast immer vollkommen gefüllt und glatt. Auf den Basen erscheint die Streifung parallel den Kanten der Gegenrhomboëder mit Basis. Die vorhin aufgeführten Formen erscheinen an keinem der vorliegenden Krystalle alle zusammen in Combination. Sie bilden, in sehr wechselnder Weise combinirt, verschiedene Typen der Gestalten aus, denen allen eine Neigung zur tafelförmigen Verkürzung gemeinsam ist.

Der häufigste ist der ausgesprochen tafelförmige Typus, meist sehr dünne Tafeln mit den Randflächen $(10\bar{1}1)R$ und $\infty P2(11\bar{2}0)$. Hierzu kommt in der Regel, jedoch nur sehr untergeordnet, auch $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$ hinzu. Manchmal herrscht das Prisma so vor, dass an allen Ecken die vertikalen Prismenkanten auftreten. Einer der Krystalle könnte bei der auffallend breiten Entwicklung des Prisma, mit dem die Basis und nur ganz klein das Hauptrhomboëder combinirt ist, als prismatischer Typus bezeichnet werden.

Der rhomboëdrische Typus ist gleichfalls häufig und sehr schön und regelmässig entwickelt. Herrschend ist $R(10\bar{1}1)$, $\infty P2(11\bar{2}0)$ bildet eine schmale Abstumpfung der Seitenkanten, die Basis tritt sehr zurück, untergeordnet erscheint $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$. Die Krystalle oft verzerrt durch Ausdeh-

*) Hessenberg, Min. Mitth. Neue Folge 5. Heft p. 42.

Digitized by Google

nung zweier gegenüberliegender Prismen- und Rhomboëderflächen. An einigen Krystallen dieses Typus tritt das Skalenoëder $\frac{1}{3}R3$ (*z*) als schmale gerade Abstumpfung der Combinationskanten von *R* und $-\frac{1}{3}R$ auf.

Durch das Hervortreten der Pyramidenflächen $\frac{4}{3}P2$ ($22\bar{4}3$) zugleich mit mehr oder weniger basischer Verkürzung wird ein pyramidaler Typus gebildet. An einzelnen erscheint die Basis nur ganz untergeordnet, die meisten sind immerhin dick tafelförmig. Diese Krystalle sind auch die flächenreichsten. Fig. 1 zeigt eine solche Combination. An anderen Krystallen kommt noch $-\frac{1}{6}R$ ($01\bar{1}6$) und $-2R$ ($02\bar{2}1$) hinzu. Auch das Skalenoëder $\frac{4}{5}R3$ ($6\bar{2}\bar{4}5$) (*i*) als gerade Abstumpfung der Combinationskanten von *R* ($10\bar{1}1$) und $\frac{4}{3}P2$ ($22\bar{4}3$) ist an einigen Krystallen dieses Typus vorhanden.

Ausserordentlich häufig sind unter den Krystallen die Zwillinge. Sie sind sowohl gebildet nach dem an den Krystallen vom Vesuv, vom Plaidter Kopf im Laacher See-Gebiete*) u. a. beobachteten Gesetze: Zwillingsaxe die Normale zum Protoprisma, als auch nach dem anderen Gesetze: Zwillingsaxe die Normale zu *R*. Das erste Gesetz erscheint nur an den ganz dünn tafelförmigen Krystallen. Die Zwillingsverwachsung ist dann immer mit einer Verzerrung der Krystalle in der Richtung der Zwillingsaxe, also auch der einen krystallographischen Nebenaxe verbunden. Dadurch erhalten sie ein lanzettartiges Aussehen, wie in Fig. 5 dargestellt. Auf der Basis ist kaum eine Zwillingsgrenze wahrzunehmen, aber die Zwillingsbildung zeigt sich deutlich daran, dass die gegenüberliegenden, auffallend in die Länge gezogenen Flächen von *R* ($10\bar{1}1$) nicht parallel sind, wie es bei einem einfachen Krystalle der Fall sein müsste, sondern beide mit entgegengesetzter Neigung zur Basis mit dieser den Winkel von 57° 37′ (Kokscharow) bilden. An andern Krystallen zeigt sich aber auch deutlich eine auf *oR* verlaufende, in der Lanzenspitze endigende Linie. Dort decken sich dann oft die beiden Hälften nicht ganz vollkommen (Fig. 5). Die von der Zwillingsgrenze auslaufende federartige Streifung lässt jene noch deutlicher hervortreten.

Das andere Gesetz der Zwillingsverwachsung findet sich fast an allen Krystallen, sowohl den tafelförmigen, als auch ganz besonders schön an den mit vorherrschenden Pyramidenflächen.

Zwillinge nach diesem Gesetze sind zwar mehrfach beschrieben, aber doch wohl im Allgemeinen selten geblieben. Breithaupt**) war der erste, der das Gesetz anführte, mit dem Bemerken, es komme nur an tafelförmigen Krystallen vor. Nachher hat Kenngott***) es vom Eisenglanz des

*) vom Rath, Poggd. Ann. 128, 428.

**) Handbuch d. Min. Bd. III. S. 809.

***) Uebers. min. Forsch. 1862—65. S. 284.

Digitized by Google

St. Gotthard, vom Rath*) an einem vulkanischen Eisenglanz von Stromboli, der in seinen Formen den Krystallen von Biancavilla sehr ähnlich gewesen zu sein scheint, Hessenberg**) es an den gewöhnlichen Combinationen von Elba beschrieben und abgebildet. Aus der Mineraliensammlung der Strassburger Universität beschreibt Groth***) eine Tafel von Eisenglanz von Salm Chateau in Belgien, der viele Zwillingslamellen nach $R(10\bar{1}1)$ eingeschaltet sind.

Aber der Typus der Zwillinge von Biancavilla ist doch ein ganz eigenthümlicher. Die gewöhnlichen Zwillinge dieses Gesetzes sind auch hier so gebildet, dass einer Tafel mehrere, oft viele kleinere Krystalle in der Weise aufsitzen, dass sie eine Fläche von $R(10\bar{1}1)$ mit dem Hauptindividuum gemeinsam haben. Die Basen der kleinen Individuen bilden einen Winkel von 64° 45′ 52″ mit der Basis des grossen, dem sie aufsitzen. Die kleinen Krystalle liegen reihenweise hinter einander und so entstehen dann 3 sich kreuzende Systeme dieser Reihen (Fig. 3). An den Krystallen vom Typus der Fig. 1 erscheinen ebenfalls mehrere Zwillingsindividuen nach den abwechselnden Flächen von $R(10\bar{1}1)$ aufgesetzt. Jedoch kommen dann an Krystallen dieses Typus auch aus nur 2 gleichgrossen Individuen gebildete Zwillinge vor, die ganz denen gleichen, die Hessenberg von Elba abgebildet hat. An solchen Zwillingen tritt dann ebenfalls eine auffallende Dehnung der Krystalle parallel zur Zwillingsebene auf, es sind die Flächen von $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$, das abgerundete, oscillatorisch auftretende $-\frac{1}{6}R(0\bar{1}16)$, und die Basis, die dann besonders in die Länge gezogen erscheinen. Die beiden verwachsenen Individuen sind dann vollkommen gleich gross und ein solcher Zwilling hat von der Seite ein schwalbenschwanzartiges Aussehen (Fig. 2). Die Flächen von $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$ würden über der Zwillingsgrenze der beiden Individuen einen sehr stumpfen ausspringenden Winkel von 11° 44′ 38″ bilden, dagegen die beiden $-\frac{1}{6}R(01\bar{1}6)$ einen einspringenden Winkel von 15° 45′ 28″. Die kleinen Flächen von $R(10\bar{1}1)$ rechts und links der Zwillingsgrenze bilden einen Winkel von 8°, die Prismen liegen in einer Ebene und ihre horizontalen Kanten kreuzen sich unter 64° 45′ 52″. Die Flächen der in der Zwillingsgrenze zusammentreffenden Pyramiden $\frac{1}{2}P2(22\bar{4}3)$ bilden einen Winkel von 29° 52′ 52″.

Zwillinge von dieser schwalbenschwanzartigen Gestalt vereinigen sich nun in der Weise zu sehr zierlichen Gruppen, dass sie mit den stumpfen Winkeln der Basen in der Verlängerung der Zwillingsebene in einander

---

*) v. Rath, l. c. S. 430.

**) Mittheil. Neue Folge 6 S. 52.

***) Die Mineraliensammlung der Univ. Strassburg 1878. S. 75. Nicht Chateau Salm!

Digitized by Google

stecken, wie es in Fig. 4 in gerader Projektion dargestellt. Man erkennt, dass die einzelnen Zwillinge alle als wirkliche Durchkreuzungszwillinge ausgebildet sind, aber die rückwärts hervortretenden Theile sind nur sehr klein entwickelt. An diesen Gruppen von Zwillingen ist dann die Flächenlage der verschiedenen Individuen besonders gut wahrzunehmen. In paralleler Lage sind die sämmtlichen äusseren Flächen von $R(10\bar{1}1)$ rechts und links von der Zwillingsgrenze und spiegeln gleichzeitig ein; ebenso die entsprechend in Fig. 4 schraffirten Prismen und Pyramidenflächen.

Digitized by Google

XVIII. Correspondenzen, Notizen und Auszüge.

---

1. Th. Hjortdahl (in Christiania): **Einige Salze der Piperidinbasen** (Forhandl. i Videnskabs-Selsk. i Kristiania, 1878, Nr. 8).

1. Reihe.

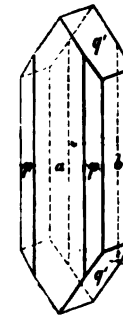
1. Salzsaures Piperidin $NC_5H_{10}H.HCl$

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}4945 : 1 : 0{,}7481.$$

Beobachtete Formen $p = \infty P(110)$, $a = \infty \breve{P}\infty(100)$, $b = \infty \breve{P}\infty(010)$, $q = \breve{P}\infty(011)$, $q' = 2\breve{P}\infty(021)$. Schöne durchsichtige Nadeln, aus Alkohol in der Combination abq, aus Chloroform, welches das Salz leicht löst, in der Form $pabq'$ s. Fig. 1). Häufig Durchkreuzungszwillinge nach einer Fläche von $\infty \breve{P} 2$ mit einspringendem Winkel von 89° 22′.

Fig. 1.



		Berechnet:	Beobachtet:
pa	(110) (100)	—	*26° 19′
qb	(011) (010)	—	*53 12
$q'b$	(021) (010)	33° 45′	33 30

Spaltbar nach oP undeutlich.

Die optische Axenebene ist $oP(001)$, Bisectrix die Axe a. Optisch negativ. Disp. $\varrho > v$.

Axenwinkel:

	$2H_a$	$2H_o$
Roth (*Li*)	56° 19′	134° 29′
Gelb (*Na*)	54 51	135 26
Grün (*Tl*)	52 46	138 23

Daraus folgt:

Roth (*Li*):	$2V = 54° 12′$
Gelb (*Na*)	52 56
Grün (*Tl*)	51 10

2. Piperidin-Goldchlorid $AuCl_3.NC_5H_{10}H.HCl$.

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}5047 : 1 : x$$

Formen: $p = \infty P(110)$, $b = \infty \breve{P}\infty(010)$, $a = \infty \bar{P}\infty(100)$, $c = oP(001)$, $p' = \infty \bar{P}3(130)$. Aus Alkohol sechsseitige Tafeln oder kurze Prismen, gebildet von pbc, zu denen bisweilen a hinzutritt. Aus wässriger Lösung kleine Prismen mit den Flächen p' und a.

Digitized by Google

	Berechnet:	Beobachtet:
$pb = (110)(010)$	—	$*63^0\,13'$
$p'p' = (130)(\bar{1}30)$	$74^0\,14'$	$75\ 11$ approx.

Optische Axenebene $(010)\ \infty\breve{P}\infty$, Bisectrix parallel der Verticalaxe. Optisch positiv. Disp. $\varrho > v$.

$$2E = 70^0\,40'\ (Na).$$

3. Piperidin-Platinchlorid $PtCl_4 . 2\,(NC_5H_{10}H . HCl)$.

Dieses in Wasser schwierig, in Alkohol leicht lösliche Salz wurde bereits von V. von Zepharovich untersucht (Sitzber. d. Wien. Akad. **52**, (1), 237). Derselbe fand:

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2{,}3723 : 1 : 1{,}0128$$
$$\beta = 89^0\,55'$$

und beobachtete die Formen: $c = oP(001)$, $o = -P(111)$, $r = 2\breve{P}\infty(\bar{2}01)$ in den Fig. 2 und 3 dargestellten Combinationen:

Fig. 2.

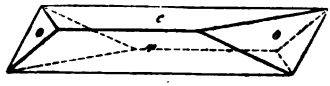


Fig. 3.

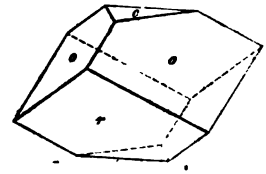
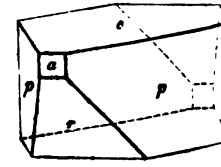


Fig. 4.



Der Verf. fand ausser den erwähnten Formen noch: $p = \infty P(110)$ und $a = \infty\breve{P}\infty(100)$; seine Krystalle zeigten meist die Combination Fig. 4 und waren durch Rundung der Flächen linsenförmig.

$ac = (100)(001)$	$89^0\,52'$	(Zeph. $= 89^0\,55'$)
$oc = (111)(001)$	$46\ 45$	(- $47\ 45$)

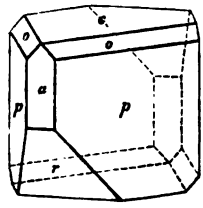
Spaltbarkeit nach $oP(001)$ und $\infty\breve{P}\infty(100)$, beide vollkommen.

Optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene; die Bisectrix, im stumpfen Winkel ac austretend, bildet mit der Verticalaxe ung. 20^0.

4. Piperidin-Zinnchlorid $SnCl_4 . 2\,(NC_5H_{10}H . HCl)$.

Mit dem vorigen Salze isomorph.

Fig. 5.



$$a : b : c = 2{,}4343 : 1 : 1{,}0226$$
$$\beta = 89^0\,31'.$$

Formen: $p = \infty P(110)$, $c = oP(001)$, $o = -P(111)$, $a = \infty\breve{P}\infty(100)$, $r = 2\breve{P}\infty(\bar{2}01)$, $r' = -2\breve{P}\infty(201)$.

Durch langsame Verdampfung einer concentrirten Lösung über Schwefelsäure in recht guten Krystallen zu erhalten. Comb. pc, $pcro$, $pcroa$ (Fig. 5). Ausserdem Zwillinge nach einer Prismenfläche, einspringender Winkel $89^0\,20'$. — Sp. nach oP sehr, nach $\infty\breve{P}\infty$ recht vollkommen.

		Berechnet:	Gemessen:
pp	$(110) : (\bar{1}10)$	—	$*44^0\,40'$
po	$(110) : (111)$	$42^0\,14'$	$42^0\,26'$

Digitized by Google

		Berechnet:	Gemessen:
cr	$= (001) : (\bar{2}01)$	—	$*40^0\ 14'$
co	$(001) : (111)$	$47^0\ 57'$	$47^0\ 27'$
ca	$(001) : (100)$	—	$*89^0\ 31'$

Optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene; die Bisectrix, im stumpfen Winkel ac austretend, bildet mit der Verticalaxe ungef. 18^0.

	$2H_a$	$2E$
(Li)	$68^0\ 36'$	$112^0\ 52'$
(Na)	$69\ 18$	$114\ 24$
(Tl)	$70\ 22$	$116\ 52$

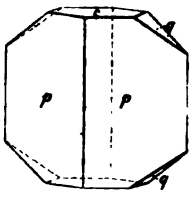
5. Oxalsaures Piperidin $(NC_5H_{10}H)_2 . H_2C_2O_4$.

Krystallsystem rhombisch.

$a : b : c = 0{,}4108 : 1 : 0{,}7581$.

Beobachtete Formen: $p = \infty P\ (110)$, $c = oP(001)$, $q = \breve{P}\infty\ (011)$, $b = \infty\breve{P}\infty\ (010)$. Combinationen pcq (Fig. 6) oder pbq. Ziemlich grosse Krystalle mit nur mässig guten Flächen. Spaltbar nach oP und $\breve{P}\infty$ vollkommen.

Fig. 6.



$p : p =$	(110)	$(1\bar{1}0)$	$= *44^0\ 40'$
$c : q$	$001)$	(011)	$*37\ 10$

Optische Axenebene $\infty\breve{P}\infty$, Bisectrix parallel der Verticalaxe; Doppelbr. $+$; $\varrho > v$.

$2H_a = 46^0\ 38'\ (Na)$.

6. Salzsaures Methylpiperidin $NC_5H_{10}CH_3 . HCl$.

Rhombisch, isomorph mit dem salzsauren Piperidin (1); zeigt aus Alkohol krystallisirt, wie jenes, die Combination abq, aus Chloroform $pabq'$ (Fig. 1). Häufig Zwillinge mit mehrfacher Wiederholung der Verwachsung.

			Beobachtet:	Berechnet für salzs. Pip.
$p : p =$	(110)	$(1\bar{1}0)$	$= 52^0\ 12'$	$52^0\ 38'$
$q : b$	(011)	(010)	$53\ 12$	$53\ 12$
$q' : b$	(021)	(010)	$32\ 40$	$33\ 45$

Optische Axenebene oP, Axe a 1. Mittellinie. Doppelbrechung negativ.

$2H_a = 56^0\ 22'\ (Li)$
$54\ 31\ (Na)$
$53\ 44\ (Tl)$.

7. Methylpiperidin-Goldchlorid $AuCl_3 . NC_5H_{10}CH_3 . HCl$.

Rhombisch, isomorph mit dem entsprechenden Piperidinsalze. In Wasser schwer löslich. Aus Alkohol sechsseitige Tafeln cpb.

$p : b =$	(110)	(010)	$= 63^0\ 13'$
$p : p =$	(110)	$(1\bar{1}0)$	$53\ 44$

Optische Axenebene (010), Bisectrix c. Optisch positiv.

$2E = 72^0\ 0'\ (Li)$
$71\ 41\ (Na)$

Ref.: W. C. Brögger.

Digitized by Google

2. Derselbe, über Bleibromid und Quecksilberbromid (Ebenda, Nr. 9).

Bleibromid $PbBr_2$*).

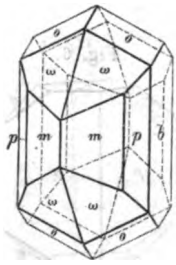
Ausgezeichnet schöne Krystalle, erhalten durch langsame (3 — 4 Monate dauernde) Verdampfung einer Lösung, welche gebildet wird, wenn man metallischem Blei Alkohol und Brom zusetzt.

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}84506 : 1 : 0{,}49677.$$

Formen: $m = \infty P (110)$, $p = \infty \breve{P} 2 (120)$, $b = \infty \breve{P} \infty (010)$, $o = P (111)$, $\omega = 2 \bar{P} 2 (211)$. Combinationen: $mpbo\omega$ (s. Fig. 7), $mbo\omega$.

Fig. 7.



			Beobachtet:	Berechnet:
$m : b$	(110)	(010)	*49° 48′	—
$p : b$	(120)	(010)	30 36	30° 37′
$o : o$	(111)	$(1\bar{1}1)$	46 7	46 22
$o : o$	(111)	$(\bar{1}11)$	*55 33	—
$\omega : \omega$	(211)	$(21\bar{1})$	35 36	35 40
$\omega : \omega$	(211)	$(\bar{2}11)$	93 2	92 58
$o : m$	(111)	(110)	41 37	41 16
$o : p$	(111)	(120)	50 53	50 44

Spaltbar nach oP undeutlich.

Quecksilberbromid $HgBr_2$.

Durch dieselbe Darstellungsart, wie beim Bleibromid erhält man die Quecksilberverbindung in kleinen spitzen rhombischen Pyramiden, nach oP ausgezeichnet spaltbar. Stumpfe Polkante = 67° 50′ approx. Wird diese Pyramide als $4P$**) angenommen, so giebt die angeführte Messung (441) $(4\bar{4}1)$ mit derjenigen von Handl***) das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}6817 : 1 : 0{,}9975.$$

Ref.: W. C. Brögger.

3. Derselbe, selensaures und schwefelsaures Chinin (Forhandlinger i Videnskabs-Selskabet i Christiania, 1878, Nr. 12. Auszug vom Verf. mitgetheilt.)

Saures selensaures Chinin, $C_{20}H_{24}N_2O_2 . H_2SeO_4 + 7H_2O$.

Im Laboratorium des Verf. von Herrn S. Buch dargestellt und analysirt.

---

*) Vergl. die Angaben von Schabus in Rammelsberg's kryst. Chemie 48.
**) Vergl. P. Groth, über $HgBrJ$, Berichte d. d. chem. Ges. 1869, 574.
***) Handl fand den Prismenwinkel 68° 34′ (Sitzber. d. Wien. Akad. 37, 386).

Digitized by Google

	Berechnet:	Gefunden:
C	40,30	39,72
H	4,37	4,28
N	4,67	4,58
Se	13,35	13,09
H_2O	21,19	21,45

Fig. 8.

Das Salz, durch Auflösen von Chinin in Selensäure erhalten, bildet farblose Krystalle, die sich an der Luft nicht verändern; es ist in Wasser löslich, nicht in Alkohol.

Krystallsystem rhombisch,

$$a : b : c = 0{,}9804 : 1 : 0{,}3110$$

Beobachtete Formen

∞P,	$\infty \breve{P}2$,	$\infty \breve{P}\infty$,	$\infty \bar{P}\infty$,	$\bar{P}\infty$,	$\breve{P}\infty$.
110,	120,	010,	100,	101,	011
p	*p'*	*b*	*a*	*r*	*q*

tafelförmig nach 010, parallel der Verticalaxe gestreift.

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach 100, weniger vollkommen nach 001.

			Berechnet:	Gemessen:
$p\,b$	(110)	(010)	—	*45° 34′
$p'\,p'$	(120)	($\bar{1}$20)	54° 2′	54 9
$p'\,b$	(120)	(010)	27 1	27 11
$p'\,p$	(120)	(110)	18 33	18 26
$r\,r$	(101)	($\bar{1}$01)	—	*35 11
$r\,a$	(101)	(100)	72 24	72 19
$r\,q$	(101)	(011)	24 28	24 37

Optische Axenebene 100, Verticalaxe Mittellinie, negativ. Ziemlich starke Doppelbrechung.

(*Li*)	$2H_a = 53° 42′$
(*Na*)	$= 50\ 15$
(*Tl*)	$= 46\ 42$

Das entsprechende saure schwefelsaure Chinin, $C_{20}H_{24}N_2O_2 . H_2SO_4 + 7H_2O$, krystallisirt ebenfalls rhombisch;

$$a : b : c = 0{,}9844 : 1 : 0{,}3094\ ^*)$$

---

*) Eine ältere Beschreibung dieses Salzes liegt bereits vor von Hahn (Archiv d. Pharm. 1859, II. R., 99, 148), welcher Krystalle vom Habitus des oben beschriebenen selensauren Salzes (s. Fig.) gemessen hat. Er fand, wenn wir den Krystallen die von uns gewählte Aufstellung geben, folgende Flächen: ∞P (110), $\infty \breve{P}\frac{1}{2}$ (250), $\infty \bar{P}\infty$ (100) [darnach vollk. Spaltb.], $\infty \breve{P}\infty$ (010) [vorherrschend], $\bar{P}\infty$ (101), $\breve{P}\infty$ (011); und das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}7729 : 1 : 0{,}2418$$

Reducirt man dieses auf das oben von uns adoptirte, so bleibt, da 0,7729 : 0,2418 = 0,9844 : 0,3094, das Zeichen des Makrodoma (101) unverändert, seine beiden Prismen werden dagegen $\infty \bar{P}\frac{1}{4}$ (540) und $\infty \breve{P}2$ (120), doch muss bemerkt werden, dass diese, namentlich das letztere, nur ungenau messbar waren. Folgendes sind Hahn's Winkelmessungen, verglichen mit den aus unserem Axenverhältniss berechneten Werthen:

		berechnet:
(101) ($\bar{1}$01)	= 34° 55′	34° 55′
(540) (5$\bar{4}$0)	75 24	76 26
(120) (010)	28° appr.	26 55½

Digitized by Google

Beobachtete Formen: ∞P, 110, p — $\infty \breve{P} \infty$, 010, b — $\infty \bar{P} \infty$, 100, a — $\bar{P} \infty$, 101, r

Spaltbar wie das selensaure Salz. Zur Verwitterung etwas geneigt.

			Berechnet:	Gemessen:
$p\ b$ =	(110)	(010) =	—	*45° 27′
$p\ a$	(110)	(100)	44° 33′	44 32
$r\ r$	(101)	($\bar{1}$01)	—	*34 55
$r\ a$	(101)	(100)	72 33	72 18

Optische Axenebene für Roth und Gelb (100); für Grün und Blau dagegen (010); Vertikalaxe Mittellinie, negativ. Schwache Doppelbrechung.

An 3 Krystallen wurde in Oel gemessen

		I	II	III
(Li)	in (100) $2H_a$ =	21° 48′	—	—
(Na)	in (100) =	13 2	13° 24′	13° 14′
(Tl)	in (010) =	—	13 12	13 13

Für eine bestimmte Farbe zwischen Gelb und Grün wäre demnach der Krystall optisch einaxig.

Das saure schwefelsaure Chinin gehört somit zu den ziemlich selten vorkommenden Körpern, als deren Typus das mellithsaure Ammoniak schon längst bekannt ist. Es nähert sich sowohl in seinen äusseren Dimensionen (Prismenwinkel 91° 8′) als in den optischen Verhältnissen — Lage der Mittellinie und Einaxigkeit für eine bestimmte Farbe — der tetragonalen Symmetrie ganz in derselben Weise, wie sich das mellithsaure Ammoniak*) der hexagonalen Symmetrie nähert.

4. V. von Zepharovich (in Prag): **Krystallform der Camphocarbonsäure** $C_{11}H_{16}O_3$.

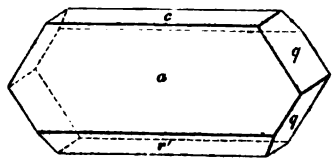
Krystallsystem: Monosymmetrisch

$$a : b : c = 1{,}0474 : 1 : 1{,}5001$$
$$\beta = 85° 11′.$$

Beobachtete Formen: $c = (001)\ oP$, $a = (100)\ \infty \breve{P} \infty$, $r' = (\bar{1}01)\ \breve{P} \infty$, $q = (011)\ \breve{P} \infty$.

Die von Dr. Kachler nach dem Verfahren von Bombigny**) dargestellten Krystalle sind vier- oder sechsseitige orthodiagonale Säulchen (001).(100) oder (001).(100).($\bar{1}$01), welche seitlich durch die meist sehr ungleichmässig ausgedehnten Flächen von (011) geschlossen werden (Fig. 1); die letzteren sind wenig glänzend und daher eben so zu genauen Messungen ungeeignet, wie die Flächen von ($\bar{1}$01), welche bei starkem Glanz stets mehr weniger gekrümmt oder verzogen er-

Fig. 1.



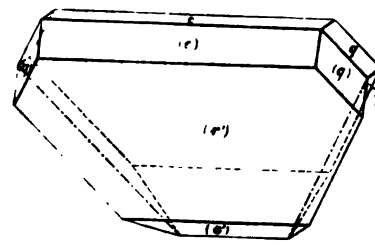
*) Schrauf, dies. Zeitschrift 1, 278.

**) Compt. rend. 1866, 63, 221. — S. a. Kachler, üb. künstl. Borneol. Sitzber. d. Wien. Ak. d. W. 78. Bd. 2. Abth. 1878, Juliheft.

Digitized by Google

scheinen. Die Krystalle sind parallel (001) vollkommen spaltbar. — Nicht selten sind Zwillinge, bei denen eine Fläche des Querdoma $(\bar{1}01)$, Zwillings- und Contactebene ist, die gleichfalls, jedoch weniger als die einfachen Krystalle, nach der Orthoaxe gestreckten Formen werden an beiden seitlichen Enden vorwaltend durch die zu einer einspringenden Kante zusammentretenden Flächen des Klinodoma begrenzt, indem zumeist nur eine von den (011)-Flächen zur weiteren Entwicklung gelangt ist (Fig. 2). An den Zwillingen ist die von den beiden basischen Spaltflächen gebildete Kante allein genau messbar; die $(\bar{1}01)$ und (100) geben stark abweichende Werthe und ganz unmessbar sind die matten, aufgewölbten (011) an den einspringenden Zwillingskanten, — eine federbartartige Riefung, welche daselbst sich gewöhnlich zeigt, ist wohl durch Repetition der beiden (011)-Flächen eines Individuums veranlasst.

Fig. 2.



Ausser den in der Tabelle angegebenen Messungen von (011) : (001) und (001) : (001) (Zwillingskante), werde die aus 29 Bestimmungen sich ergebende Neigung (001) : (100) = 85° 11′ als Grundlage der Rechnung benützt.

		Gemessen	Z.	Grenzwerthe	Berechnet
ca	= 001 : 100 =	*85° 15½′	17	84° 46 — 85° 44′	85° 11′
ca'	001 $\bar{1}00$	*94 54	12	94 35 — 95 31	94 49
cr'	001 $\bar{1}01$	59 8	15	58 7 — 60 57	59 41
ra'	$\bar{1}01$ $\bar{1}00$	35 2	11	31 32 — 39 7	35 8
qc	011 001	*57 26	13	57 0 — 57 51	57 26
qq	011 01$\bar{1}$	65 13	4	65 1 — 65 27	65 8
qa	011 100	86 56	2	86 51 — 87 0	87 24½
qr'	011 $\bar{1}01$	75 9	1	- - - -	74 14
cc	001 001	*60 37½	5	60 27 — 60 57	60 37½

Auf den Flächen der orthodiagonalen Zone sind die Auslöschungsrichtungen parallel und senkrecht zur Zonenaxe. Die Ebene der optischen Axen ist normalsymmetrisch bei sehr grossem Winkel der optischen Axen, deren Bissectrix anscheinend senkrecht gegen $(\bar{1}01)$ gerichtet ist.

Im Vergleich mit den früher untersuchten Kampfer-Derivaten zeigt sich Aehnlichkeit im Habitus der Formen und in den Kanten-Winkeln beim rhombischen Kampfersäure-Anhydrid $C_{10}H_{14}O_3$ *)

	$C_{10}H_{14}O_3$	$C_{10}H_{16}O_3$
ac =	90° —	85° 11′
$r'c$	59 51	59 41
qc	59 47	57 26
opt. A. Eb.	(100)	(100)

*) Wr. Ak. d. W. 73. Bd. 1. Abth.; diese Zeitschr. 1, 220.

Digitized by Google

5. A. Koch (in Klausenburg): **Neue Mineralien aus dem Andesit des Aranyer Berges in Siebenbürgen** (Tschermak's min. u. petrograph. Mittheil. 1878, 1, 331—361; als vorläuf. Mitth. vorher ebenda, S. 77—79). — M. Taf. VII, Fig. 7—9. Der Berg, welcher die Fundstätte der zu beschreibenden Mineralien bildet, liegt am Ufer der Maros zwischen Arany und N.-Rápolt; er besteht aus einem dichten Augitandesit mit zahlreichen Einschlüssen der von ihm durchbrochenen Schiefer, sowie anderer, in der Nähe nicht anstehender Gesteine, wahrscheinlich Melaphyrmandelsteine und Augitporphyre. Diese Einschlüsse enthalten nun verschiedene durch Umwandlung entstandene Mineralien, welche theils in eine schwammige rostbraune Masse eingebettet, in denselben liegen, theils, wie die Contactbildungen in den Bomben der Somma und des Laacher See's, an der Berührungsgrenze des Einschlusses und des umhüllenden Eruptivgesteins sich finden. Es sind folgende:

1. Granat: Harzgelbe oder bräunlichrothe Krystalle, $\infty O(110).2O2(112)$, von 0,5 mm Durchm., bilden, oft mit Andesin gemengt und mit aufgewachsenem Tridymit, dünne Lagen in einer rostgelben mürben Substanz der Einschlüsse. Ausserdem kommen auch Dodekaëder von Melanit vor.

2. Amphibol in kleinen, ölgrünen Prismen in den Höhlungen mancher Einschlüsse. Beobachtete Formen: $(110)\infty P$, $(011)\breve{P}\infty$, $(001)oP$, $(\bar{1}11)P$, $(021.2\breve{P}\infty$, $(100)\infty\breve{P}\infty$, $(010)\infty\breve{P}\infty$; an einem Krystall ausserdem noch $(130)\infty\breve{P}3$, $(101)-\breve{P}\infty$, $(201)-2\breve{P}\infty$, $(111)-P$, $(031)3\breve{P}\infty$, $(301)-3\breve{P}\infty$, $(221)-2P$; Messungen sind nicht angegeben. Auf den Klüften des Eruptivgesteins selbst finden sich lange Nadeln von Amphibol, bis zu Haardünne herab, deren Farbe je nach der Dicke röthlichgelb, nelkenbraun, bis fast schwarz ist, mit den Flächen (110) (010) (011) (101) (111) (021).

3. Hämatit (?) als dünne Kruste zusammen mit Amphibol.

4. Titanit (?) in winzigen Kryställchen, mit dem braunen Granat.

5. Rubellan als Umwandlungsprodukt des im frischen Gestein enthaltenen Biotits.

6. Tridymit in sehr kleinen und zusammengehäuften Kryställchen findet sich häufig in den Contacthöhlungen der Einschlüsse, aufgewachsen auf Amphibol oder Granat und in den Klüften des Gesteins.

7. **Pseudobrookit**, ein neues Mineral. In Spalten und Höhlungen des umgeänderten Gesteins, sehr selten im Inneren desselben, finden sich äusserst kleine und dünne rectanguläre Täfelchen von dunkelbrauner Farbe (die dünnsten roth durchsichtig) und von hohem Diamantglanze, welche im Ansehen nicht von kleinen Brookitkryställchen unterschieden werden können. Die grössten fand der Verf. 2 mm hoch und 1 mm breit, die meisten jedoch viel kleiner. Ihre dem rhombischen System angehörige Form*) ist in Fig. 7 Taf. VII dargestellt:

---

*) Die krystallographischen Angaben des Verf.'s bedurften einer erneuten Berechnung, da Derselbe die höchst ungenau bestimmbaren Pyramidenflächen, statt der besser messbaren prismatischen Formen, der Rechnung zu Grunde gelegt hat, ferner seine berechnete Winkeltabelle durch Druck- und durch Schreibfehler völlig entstellt ist, endlich für zwei der beobachteten Formen, p und y, falsche Zeichen [$\breve{P}6(166)$ statt $2\breve{P}6(163)$ und $\breve{P}\infty(011)$ statt $2\breve{P}\infty(021)$] angegeben sind. Es wurde nun bei der Berechnung das Prisma l statt des vom Verf. gewählten m zum primären genommen, weil hierdurch alle Zeichen den möglich einfachsten Ausdruck annehmen; ferner wurden diejenigen Messungen zu Grunde gelegt, welche die geringsten Abweichungen zwischen Rechnung und Beobachtung für die übrigen Winkel lieferten. Das so gefundene Axenverhältniss würde übrigens dem des Brookit sehr ähnlich sein, wenn man b zur Basis nähme, d. h. die Axen b und c vertauschte:

Digitized by Google

vorherrschend ist $a = (100) \infty \breve{P} \infty$, seitlich begrenzt durch $b = (010) \infty \breve{P} \infty$ und durch zwei Prismen, $m = (210) \infty \bar{P} 2$ und $l = (110) \infty P$, von denen das letztere auch oft fehlt; die Endflächen sind $d = (101) \bar{P} \infty$ und $e = (103) \frac{1}{3} \bar{P} \infty$; manchmal treten hierzu die sehr kleinen Flächen von $y = (011) \breve{P} \infty$ und sehr selten in kaum sichtbarer Ausdehnung $p = (133) \breve{P} 3$. Die citirte Fig. zeigt sämmtliche beobachtete Formen, während bei der am häufigsten erscheinenden Combination die kleinen Flächen *l*, *y* und *p* fehlen.

		Beobachtet:	Berechnet:
$a : m = (100) (210)$		26° 31′	25° 51′
$a : l$	(100) (110)	*44 6	—
$a : d$	(100) (101)	*41 19	—
$a : e$	(100) (103)	68 56	68 50
$y : b$	(011) (010)	40 50 approx.	42 17
$p : a$	(133) (100)	75 10 -	76 58

Spaltbar nach *b* (010) deutlich. Härte nahe 6. Specif. Gew. im Mittel von 5 Wäg. = 4,98. Strich ockergelb.

Im Schmelzraum der Gasflamme fast unschmelzbar; löst sich in Borax unter Reaction auf *Fe* und giebt mit Phosphorsalz solche auf *Ti*; in kochender concentrirter Salzsäure theilweise, in Schwefelsäure fast vollständig löslich; ausser den Hauptbestandtheilen Titan und Eisen sind geringe Mengen *Al*, *Ca*, *Mg* und wahrscheinlich *Si* zugegen. Quantitativ konnte wegen der geringen zur Verfügung stehenden Menge (0.1 Gr.) nur *Fe* und *Ti* bestimmt werden. Die Analyse ergab:

TiO_2	52,7
Fe_2O_3	42,3
Glühverlust	0,7
	95,7

In welcher Oxydationsstufe das Eisen vorhanden ist, konnte aus Mangel an Material nicht bestimmt werden. Der Verf. hält den Pseudobrookit für eine dimorphe Modification des Titaneisen's.

8. **Szabóit.** Mit dem vorigen zusammen, viel häufiger, aber in noch kleineren Krystallen findet sich ein zweites, ebenfalls neues Mineral, dessen höchstens 0,5 mm breiten und 1 mm langen, dünnen und prismatisch verlängerten Täfelchen gewöhnlich an einem Ende aufgewachsen sind. Sie zeigen nach den Messungen eine dem Pyroxen sehr nahe stehende Form, erweisen sich aber als asymmetrisch. Fig. 8 und 9 Taf. VII stellen dieselben in grader Projection auf das stets vertical gestreifte Brachypinakoid *b**) dar. Es wurde mit dem Reflexionsgoniometer gemessen:

---

es ist dann $a : b : c = 0{,}8790 : 1 : 0{,}9071$
Brookit: $0{,}8485 : 1 : 0{,}9301$

Macht man diese Annahme, nach welcher das Mineral nichts Anderes, als ein sehr eisenreicher Brookit wäre, so würden die beobachteten Formen folgende Zeichen erhalten: $d = \infty P (110)$, $e = \infty \breve{P} 3 (130)$, $m = 2 \bar{P} \infty (201)$, $l = \bar{P} \infty (101)$, $b = oP (001)$, $y = \breve{P} \infty (011)$.

Zusatz: Wie aus einer soeben eingehenden Correspondenz des Herrn Krenner hervorgeht, hat A. Schmidt in Budapest in den »Földtany Köslöny, 8, Nr. 11—12, 1878« ebenfalls eine Neuberechnung der Koch'schen Angaben mitgetheilt. Der Ref.

*) Dieses erhält, weil die Makrodiagonale nach vorn gerichtet ist, das Zeichen $(100, \infty \breve{P} \infty$. In der Originalabhandlung sind $\infty \breve{P} \infty$ und $\infty \bar{P} \infty$ mit einander verwechselt, ferner stehen daselbst für *x* und *y* falsche Zeichen. Der Ref.

Digitized by Google

$b : m$	$= (100)\ (110)$	$=$	$46^0\ 26'$
$m : a$	$(110)\ (010)$		$42\ 23$
$b : l$	$(100)\ (1\bar{1}0)$		$46\ 19$
$l : a'$	$(1\bar{1}0)\ (0\bar{1}0)$		$45\ 1$

woraus folgt:

$b : a$	$= (100)\ (010)$	$=$	$88^0\ 49'$
$b : a'$	$(100)\ (0\bar{1}0)$		$91\ 20$ *)

Am Ende der Krystalle erscheinen entweder (s. Fig. 8) zwei Tetartopyramiden, $p = (111)\ P'$ und $o = (1\bar{1}1)'P$, oder deren vier, wie in Fig. 9; ferner ein oder zwei Hemidomen: $x = (021)\ 2\breve{P}'\infty$ und $y = (0\bar{2}1)\ 2'\breve{P},\infty$; sehr selten auch $c = (001)\ oP$. Durch Einstellung auf den Schimmer konnten approximativ gemessen werden folgende Winkel:

$b : p$	$= (100)\ (111)$	$=$	$64^0\ 47'$
$b : o$	$= (100)\ (1\bar{1}1)$		$65\ 15$
$p : o$	$= (111)\ (1\bar{1}1)$		$52\ 19$

Ferner wurden unter dem Mikroskop die ebenen Winkel des Krystallumrisses gemessen (vergl. Fig. 6 *a* Taf. VII u. S. 290):

$\alpha = 39^0\ 45'$	$\beta = 19^0\ 45'$	$\gamma = 118^0$	$\delta = 29^0\ 45'$
$\alpha' = 37\ 45$	$\beta' = 21\ 45$	$\gamma' = 120$	$\delta' = 31\ 30$

Nach allen diesen Messungen steht also die Form einer monosymmetrischen, und zwar der des Augit sehr nahe.

Parallel x und y erblickt man unter dem Mikroskop feine Spaltungsrisse und in horizontaler Richtung Streifen, welche an Zwillingsriefen erinnern; dieselben treten bei Anwendung polarisirten Lichtes schärfer hervor. Die Krystalle sind bräunlichroth bis rostgelb durchsichtig, zeigen schwachen Pleochroismus und enthalten zahlreiche rostbraune Flecken; die dickeren erscheinen haarbraun gefärbt und undurchsichtig. Die Auslöschung ist $2 - 3^0$ gegen die Verticalaxe geneigt.

H. über 6. Sp. Gew. 3,505 (Mitt. v. 4 Wäg. bei $17 - 19^0$ C.).

In der Gasflamme kaum in Spuren schmelzbar; in Boraxglas löslich unter Eisenreaction, in Phosphorsalz Kieselskelett. Die Analyse ergab:

SiO_2	52,35
Fe_2O_3 (mit wenig Al_2O_3)	44,70
CaO (mit Spuren von MgO)	3,12
Na_2O	Spur
Glühverlust	0,40
	100,57

Das Eisen scheint grösstentheils als Oxyd vorhanden zu sein; eine Trennung des Oxyduls war wegen der geringen disponiblen Menge (0,176 gr) nicht möglich. Die Analyse entspricht der Formel:

$$11\,Fe_2Si_3O_9 + 2\,CaSiO_3.$$

Der Szabóit und der Pseudobrookit finden sich, zusammen mit dem später und in grösserer Menge gebildeten Tridymit, in Spalten und Höhlungen des Andesites unter Verhältnissen, die auf eine Bildung durch Sublimationsprocesse hindeuten. Ref.: P. Groth.

*) Berechnet man aus dem Mittel der letzteren Zahlen $88^0 45'$, und aus dem Werth $b : m$ den Winkel $b : l = (100)\ (1\bar{1}0)$, so findet man $47^0\ 43'$, für $l : a' = (1\bar{1}0)\ (0\bar{1}0)$ also $43^0 33'$, d. h. ziemlich beträchtliche Unterschiede von den Messungen, wie es bei der Untersuchung so winziger Kryställchen kaum anders erwartet werden kann.

Digitized by Google

6. H. C. Sorby (in Broomfield, Sheffield): **Neue optische Eigenschaften doppelt brechender Krystalle** (On some hitherto Undescribed Optical Properties of Doubly Refracting Crystals. — Preliminary Note. — Proc. Roy. Soc. **26**, No. 183. p. 384—386, London 1877).

Derselbe, Einfache Methode die Brechungsindices dünner Blättchen durchsichtiger Mineralien zu bestimmen. (On a simple method for determining the index of refraction of small portions of transparent minerals. Mineralogical Magazine of Great Britain and Ireland. **1**, 97, 98. 194—208. London 1877).

Derselbe, Bestimmung von Mineralien in Gesteinsdünnschliffen vermittelst ihrer Brechungsindices. (On the determination of the minerals in thin sections of rocks by means of their indices of refraction. ib. **2**, 1—4, London 1878).

Derselbe, Verbesserte Methoden zur optischen Untersuchung der Mineralien. (Further Improvements in studying the optical Characters of Minerals. ib **2**, 103—105. London 1878).

G. G. Stokes (in Cambridge): **Ueber die Brennpunkte der Linien, welche durch eine doppeltbrechende Krystallplatte unter dem Mikroskope betrachtet werden.** (On the Foci of Lines seen through a Crystalline Plate. Proc. Roy. Soc. **26**, No. 183. p. 386—404. London 1877).

Die vom Herzog von Chaulnes angegebene Methode zur Bestimmung des Brechungsindex einer planparallelen isotropen Platte mit Hülfe des Mikroskopes (Mém. de l'Acad. des Sc. pour 1767) ist von H. C. Sorby zur Messung der Hauptbrechungsindices durchsichtiger anisotroper Substanzen angewendet worden. Sorby lernte die Methode kennen durch Royston-Pigott (Proceed. Roy. Soc. **26**, 393. Monthly Microsc. Journ. **16**, 294. 1876); sie wurde seit einer Reihe von Jahren auch von Clifton in Oxford angewendet, der, wie Stokes berichtet, mit ihrer Hülfe auch schon einige merkwürdige Erscheinungen bei anisotropen Substanzen beobachtet hatte. Der Methode von Chaulnes liegt bekanntlich die Beziehung zu Grunde, welche stattfindet zwischen der Dicke t einer isotropen Platte, dem Brechungsindex μ derselben und dem Betrage d, um welchen die Brennweite des Objectivs verändert wird, wenn die Platte senkrecht zur optischen Axe des Mikroskopes zwischen das Objectiv und den Brennpunkt desselben eingeschaltet wird:

$$\mu = \frac{t}{t-d}$$

Als Object benutzte Sorby ein Glasmikrometer, auf welchem sich zwei senkrecht zu einander stehende Schaaren von Theilungslinien befinden. Als er dieses Mikrometer durch eine doppeltbrechende Platte betrachtete, machte er die überraschende Wahrnehmung, dass die Einstellung auf die beiden Liniensysteme oft unmöglich war, oder dass eines der beiden Systeme für eine bestimmte Einstellung sichtbar war, während das andere System erst bei einer von dieser verschiedenen Einstellung zum Vorschein kam. Die Theorie dieser Erscheinungen ist auf Sorby's Anregung von Stokes entwickelt worden; es zeigte sich, dass die von Sorby entdeckten Eigenschaften der durchsichtigen anisotropen Substanzen mit den bekannten Gesetzen der Doppelbrechung im Einklang stehen, obwohl sie bisher, wie es scheint, noch von Niemandem, weder theoretisch noch experimentell untersucht worden sind. Es soll hier zunächst über die Beobachtungen von Sorby, dann über die theoretischen Forschungen von Stokes berichtet werden.

Digitized by Google

Sorby macht darauf aufmerksam, dass die Beobachtungsfehler bei der Bestimmung der Werthe von t und d geringer als 0,025 mm sein müssen, wenn die Messungen der Brechungsindices Anspruch auf Genauigkeit besitzen sollen. Beträgt die Dicke t 3,17 bis 6,35 mm, so können die Beobachtungsfehler auf die dritte Decimalstelle beschränkt werden. — Das Objectiv besass eine Brennweite von 1,69 mm und einen Oeffnungswinkel von 13^0; es wurde combinirt mit einem Ocular Nr. 2. — Das Objectgitter wurde so weit als möglich unter den Linsen eines achromatischen Lichtcondensators fixirt und mit einer kleinen centralen Blendung versehen; dasselbe giebt im Brennpunkt ein sehr reducirtes Bild, welches leicht entweder etwas unter die untere oder obere Begrenzungsebene oder auf das Centrum der zu untersuchenden Platte eingestellt werden kann. Es erwies sich als nützlich ein Iris-Diaphragma unmittelbar unter dem Gitter anzubringen um in der Lage zu sein, das Bild einer kreisförmigen Oeffnung von irgend welchem erforderlichen Durchmesser zu erhalten.

Wird der Theil des Objectgitters, welcher durch eine kleine kreisförmige Diaphragma-Oeffnung sichtbar ist, durch eine planparallele Platte einer isotropen Substanz betrachtet, so erscheinen die beiden Liniensysteme in demselben Brennpunkte. Sorby nennt daher das Bild unifocal und ohne besondere Focalaxe. Der nach der oben erwähnten Methode bestimmte Brechungsindex gehört einem ordentlich gebrochenen Strahle an. Wird an die Stelle der isotropen eine anisotrope Platte gesetzt, so kann eine Erscheinung auftreten, welche sich vergleichen lässt mit der Wirkung einer Cylinderlinse, die vor das Objectiv gesetzt ist. — Die beiden aus der anisotropen Platte heraustretenden Strahlen werden durch einen analysirenden Nicol unterschieden. — Wird das Gitter betrachtet durch eine Platte eines optisch einaxigen Krystalles, z. B. durch eine Kalkspathplatte von 5,1 mm Dicke, deren Begränzungsflächen der Hauptaxe parallel gehen, und ist die Polarisationsebene des Nicols senkrecht zu dieser Axe derart, dass nur der ausserordentliche Strahl ins Auge gelangt, so findet man, dass in zwei verschiedenen Brennpunkten die kreisförmige Oeffnung des Objectes in senkrecht zu einander stehenden Ebenen verlängert erscheint; dass die beiden Liniensysteme nur dann sichtbar sind, wenn sie nahezu parallel und senkrecht zur Hauptaxe liegen; und dass es zwei, um den achten Theil der Dicke der Platte von einander getrennte Brennpunkte giebt, in denen jedes Mal nur ein Liniensystem gesehen werden kann. Das Bild ist also bifocal und hat eine bestimmte Focalaxe; die Linien sind getrennt sichtbar, wenn sie parallel oder senkrecht zu dieser Axe liegen. Der mit Hülfe der oben angegebenen Methode für die zur Hauptaxe des Krystalles parallelen Linien bestimmte Brechungsindex ist der wahre Hauptbrechungsindex ε des ausserordentlich gebrochenen Strahles, wogegen der für die senkrecht zur Hauptaxe stehenden Linien bestimmte Index nur ein scheinbarer Index und gleich $\frac{\omega \cdot \omega}{\varepsilon}$ ist. Die Hauptaxe des Krystalls ist in diesem Falle die Focalaxe des Bildes.

Der Unterschied zwischen einem unifocalen und einem bifocalen Bilde wird deutlicher, wenn man als Object eine kleine kreisförmige Oeffnung wählt. Das unifocale Bild derselben erscheint nicht verzerrt und in einem bestimmten Brennpunkte mit scharfem Umriss; wogegen das bifocale Bild an keiner Stelle die wahre Gestalt und Grösse der betrachteten Oeffnung zeigt. Für die beiden einander gegenüber liegenden Tangenten des Kreis-Umfanges, welche parallel zur Focalaxe liegen, giebt es einen bestimmten Brennpunkt, und in diesem erscheint der Kreis parallel jener Axe in ein Band verlängert. Ein zweiter Brennpunkt besteht

Digitized by Google

für die Tangenten des Kreis-Umfanges, welche senkrecht zur Focalaxe liegen, und in diesem Brennpunkte erscheint der Kreis in der Richtung senkrecht zur Focalaxe verlängert. — Betrachtet man die kleine kreisförmige Oeffnung durch eine Kalkspathplatte, deren Begrenzungsflächen der Hauptaxe parallel sind, so liegen die beiden Bilder über einander. Betrachtet man dagegen dieselbe Oeffnung durch ein Spaltungsstück des Kalkspathes, so erscheinen die beiden Bilder im Hauptschnitt getrennt von einander; das ordentlich gebrochene Bild bleibt im Centrum des Gesichtsfeldes und ist in keiner Weise verzerrt, wogegen das ausserordentliche Bild aus dem Centrum verschoben, verzerrt und mit farbigen Rändern erscheint. Das Bild ist also entschieden bifocal. — Je grösser der Winkel ist, welchen die Begrenzungsflächen der Platte mit der Hauptaxe des Krystalles einschliessen, um so mehr nähert sich das bifocale Bild dem unifocalen. Sind die Begrenzungsflächen senkrecht zur Hauptaxe, so ist das Bild unifocal; es kann von einem durch ordentlich gebrochenes Licht erzeugten Bilde dadurch unterschieden werden, dass man das Licht schief hindurchgehen lässt. Eine Kalkspathplatte von 6,35 mm Dicke zeigt die beiden Bilder mit beiden Liniensystemen des Objectgitters direct über einander auf zwei getrennten Stufen. Das eine Bild giebt den wahren Brechungsindex ω des gewöhnlichen Strahles, das andere einen scheinbaren Index, dessen Werth $\frac{\varepsilon\varepsilon}{\omega}$ ist. — Betrachtet man durch dieselbe Platte die kleine kreisförmige Oeffnung, so erscheint sie unverzerrt in zwei getrennten Brennpunkten, und zwar in jedem dieser Brennpunkte umgeben von einem grossen, lichtschwachen Kreisringe welcher von dem ausserhalb des betreffenden Brennpunktes liegenden Bilde herrührt.

Die in Rede stehenden Erscheinungen, welche gänzlich verschieden sind von den bekannten, bei der Betrachtung durch das unbewaffnete Auge hervortretenden Erscheinungen, beruhen auf der Eigenschaft des Objectives divergente Strahlen zu sammeln und auf der Veränderung, welche die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Lichtbewegung mit der Veränderung der Fortpflanzungsrichtung in einem anisotropen Medium erfährt.

Optisch zweiaxige Krystalle bieten kein permanent unifocales Bild, sondern zwei bifocale Bilder dar, deren Polarisationsebenen senkrecht zu einander stehen. Im Allgemeinen sind daher vier scheinbare Brechungsindices zu unterscheiden; in besonderen Fällen können ein oder zwei Paare dieser Indices gleich werden, d. h. es können unifocale Bilder auftreten, die sich jedoch von dem durch einen ordentlich gebrochenen Strahl erzeugten unifocalen Bilde dadurch unterscheiden, dass sie bifocal werden, wenn die eine Hälfte der Vorderseite des Objectives abgeblendet wird. — Gehen die Begrenzungsflächen der Platte einer der drei Hauptschnittsebenen parallel, so liefert die kleine kreisförmige Oeffnung zwei kreuzförmig gestaltete Bilder in verschiedenen Brennpunkten; jedes Kreuz (Fig. *a* Spaltungsstück von Auripigment) wird hervorgerufen durch die Combination zweier senkrecht zu einander polarisirter Lichtstreifen, und jeder Streifen besteht aus ausserordentlich gebrochenem Lichte. — Liegen die Begrenzungsflächen der Krystallplatte geneigt zu den optischen Elasticitätsaxen, so erscheint der eine Querbalken des Kreuzes zu einem annähernd kreisförmigen Ringe geschlossen und ein Arm des zweiten Querbalkens halbmondförmig ausgebreitet (Fig. *b* Aragonit).

Digitized by Google

Es kann der bemerkenswerthe Fall eintreten, dass bei der mikroskopischen Untersuchung vollkommen durchsichtiger optisch zweiaxiger Krystalle die Liniensysteme des Gitters nur unter besonderen Azimuthen sichtbar werden. Wenn die Begrenzungsflächen der Krystallplatte parallel zu zweien der optischen Elasticitätsaxen gehen, so erhält man ein Kreuz mit ungleichen Armen in vier verschiedenen Brennpunkten. Gehen die Begrenzungsflächen parallel einer optischen Elasticitätsaxe und der Diagonale der beiden anderen Elasticitätsaxen, so ist das eine Bild bifocal, das andere fast oder ganz unifocal; letzteres wird ebenfalls von ausserordentlich gebrochenem Lichte gebildet, wie man beim schiefen Durchgang des Lichtes erkennt. — So gestattet die Prüfung der beiden genannten Objecte, des Gitters und der kleinen kreisförmigen Oeffnung, durch eine Krystallplatte nicht nur die allgemeinen optischen Eigenschaften, sondern auch die Lage der Begrenzungsflächen der Krystallplatte zu bestimmen.

Die Messung der wahren Werthe der Hauptbrechungsindices betreffend, so ist folgendes zu erwägen. Die ordentlich gebrochenen Lichtstrahlen der isotropen Substanzen und der optisch einaxigen Krystalle liefern ein unifocales Bild, dessen scheinbarer Index dem wahren Index gleich ist, in welcher Richtung übrigens auch die Platte aus dem Krystalle geschnitten sein möge. Anisotrope Krystalle geben zwei Bilder, von denen eines oder beide bifocal sind; sie haben eine oder drei Hauptfocalaxen, je nachdem sie eine oder zwei optische Axen besitzen. Eine Focalaxe ist stets senkrecht zur Polarisationsebene des Bildes zu dem sie gehört. Bei einem bifocalen Bilde ist der eine der scheinbaren Indices nur dann gleich dem entsprechenden wahren Index, wenn die entsprechende Hauptfocalaxe parallel zur Schnittebene ist. Ist daher eine Platte eines optisch zweiaxigen Krystalles zwei optischen Elasticitätsaxen desselben parallel, so giebt jedes Bild einen wahren Index und der dritte Index kann berechnet werden. Bezeichnet man die drei wahren Indices mit α, β, γ die vier scheinbaren Indices mit a, b, c, d, so ist:

$$a = \alpha,\ b = \frac{\gamma\gamma}{\alpha};\ c = \frac{\gamma\gamma}{\beta},\ d = \beta$$

also $\gamma = \sqrt{ab} = \sqrt{cd}$. Die Polarisationsebenen der entsprechenden Lichtstrahlen (a), (b), resp. (c), (d) fallen zusammen; die Polarisationsebene von (a), (b) steht senkrecht zu der von (c), (d).

Die Entfernung der Brennpunkte in bifocalen Bildern variirt mit der Stärke der Doppelbrechung und der Dicke der Platte. In den nachstehenden Tabellen sind die mittleren Brechungsindices (bei den optisch einaxigen Krystallen ist $3\mu = 2\omega + \varepsilon$, bei den optisch zweiaxigen $3\mu = \alpha + \beta + \gamma$) und die Brechungsvermögen ($\frac{\mu\mu - 1}{\delta}$, worin δ die Dichte bedeutet) von etwa 80 verschiedenen Mineralien verzeichnet. Aus der Vergleichung der mittleren Brechungsindices erhellt, dass diese Grössen allein schon geeignet sind, gewisse Mineralien von einander zu unterscheiden; z. B. Nephelin 1,53, Apatit 1,64.

Tabelle der mittleren Brechungsindices.

I. Nichtsilicate.

Eis	1,305	Flussspath . .	1,433
Wasser . . .	1,333	Opal	1,446
Kryolith . . .	1,350	Borax	1,460

Digitized by Google

Thenardit	1,470	Malachit	1,880
Sylvin	1,480	Anglesit	1,882
Glaserit	1,490	Sphen	1,903
Struvit	1,502	Scheelit	1,925
Gyps	1,522	Cerussit	1,977
Mellit	1,527	Senarmontit	2,070
Steinsalz	1,540	Schwefel	2,080
Quarz	1,545	Phosgenit	2,120
Dolomit	1,572	Calomel	2,170
Uranit	1,572?	Blende	2,340
Anhydrit	1,585	Wulfenit	2,370
Kalkspath	1,597	Diamant	2,420
Coelestin	1,623	Anatas	2,533
Aragonit	1,629	Realgar	2,540
Baryt	1,638	Greenockit	2,690
Salmiak	1,640	Rothbleierz	2,730
Apatit	1,641	Auripigment	2,800
Boracit	1,668	Rothkupfererz	2,850
Parisit	1,720	Proustit	2,890
Diaspor	1,722	Zinnober	2,970
Corund	1,770		

II. Silicate, Aluminate u. s. w.

Natrolith	1,482	Kieselzinkerz	1,620
Analcim	1,487	Hornblende	1,627
Thomsonit	1,503	Turmalin	1,634
Epistilbit	1,510	Andalusit	1,638
Harmotom	1,516	Euklas	1,655
Adular	1,521	Phenakit	1,656
Leucit	1,521	Sillimanit	1,660
Apophyllit	1,532	Peridot	1,675
Nephelin	1,534	Axinit	1,677
Jolith	1,540	Augit	1,680
Quarz	1,545	Dioptas	1,680
Dipyr	1,553	Spinell	1,713
Skapolith	1,559	Idokras	1,716
Beryll	1,570	Cyanit	1,720
Antigorit	1,574	Kalkgranat	1,740
Chlorit	1,575	Chrysoberyll	1,747
Mejonit	1,580	Epidot	1,750
Muscovit	1,588	Staurolith	1,753
Klinochlor	1,590	Corund	1,770
Melinophan	1,605	Eisengranat	1,791
Topas	1,613	Zirkon	1,970

Tabelle der Brechungsvermögen.

I. Nichtsilicate.

Kryolith	0,270	Baryt	0,375
Flussspath	0,332	Anglesit	0,404

Digitized by Google

Coelestin	0,444	Malachit	0,658
Thenardit	0,425	Borax	0,659
Cerussit	0,441	Wulfenit	0,682
Scheelit	0,447	Glaserit	0,705
Parisit	0,450	Sphen	0,751
Uranit	0,471?	Struvit	0,752
Dolomit	0,511	Wasser	0,763
Anhydrit	0,517	Eis	0,764
Apatit	0,522	Mellit	0,821
Opal	0,522	Zinnober	0,910
Quarz	0,525	Rothbleierz	1,075
Corund	0,525	Blende	1,100
Aragonit	0,563	Salmiak	1,103
Kalkspath	0,567	Rothkupfererz	1,187
Gyps	0,567	Greenockit	1,260
Calomel	0,572	Proustit	1,337
Phosgenit	0,572	Diamant	1,374
Diaspor	0,580	Anatas	1,392
Boracit	0,602	Realgar	1,527
Sylvin	0,610	Schwefel	1,607
Steinsalz	0,623	Auripigment	1,960
Senarmontit	0,624		

II. Silicate, Aluminate u. s. w.

Topas	0,453	Turmalin	0,542
Kieselzinkerz	0,472	Spinell	0,543
Adular	0,519	Chlorit	0,547
Muscovit	0,526	Analcim	0,548
Leucit	0,522	Eisengranat	0,552
Jolith	0,522	Axinit	0,552
Nephelin	0,524	Augit	0,554
Corund	0,525	Dioptas	0,554
Quarz	0,525	Chrysoberyll	0,556
Melinophan	0,525	Mejonit	0,557
Thomsonit	0,530	Epistilbit	0,561
Harmotom	0,532	Klinochlor	0,562
Cyanit	0,533	Antigorit	0,563
Skapolith	0,534	Staurolith	0,563
Dipyr	0,534	Euklas	0,567
Peridot	0,537	Kalkgranat	0,569
Natrolith	0,538	Idokras	0,575
Andalusit	0,538	Apophyllit	0,580
Beryll	0,541	Phenakit	0,588
Sillimanit	0,542	Epidot	0,606
Hornblende	0,542	Zirkon	0,645

Sorby hat seine Methode zur Messung der Brechungsindices auch mit Erfolg auf so dünne Mineraldurchschnitte, wie sie Gesteinsdünnschliffe darbieten, angewendet. Die Messung der Brechungsindices gab ihm ein Mittel an die Hand, die constituirenden Gemengtheile von Gesteinen zu bestimmen. Es genügte dazu

Digitized by Google

eine durchsichtige Stelle von nur 1,2 Quadratmillimeter Oberfläche und 0,0635 mm Dicke. Da die Grössen t und d so genau bestimmt werden können, dass die einzelnen Messungswerthe um weniger als 0,0035 mm von einander abweichen, so wird an einem 0,25 mm dicken Blättchen der Brechungsindex bis auf 1 oder 2 Einheiten der zweiten Decimalstelle mit Sicherheit ermittelt werden können. Sorby hat sein Verfahren etwas variirt je nach der Dicke des Durchschnittes. Sollen z. B. die Brechungsindices eines theilweise durchsichtigen Labradorites bestimmt werden, so wird ein Durchschnitt von circa 0,5 mm Dicke hergestellt und mit möglichst dünnen Schichten von Canadabalsam zwischen zwei Gläschen eingelegt. Das Deckgläschen muss über den Rand des Minerals hervorragen so dass ein nur mit Luft angefüllter Raum zwischen den beiden Gläschen bleibt. Dann wird die Dicke der Mineralplatte gemessen durch die Differenz der Brennweiten für die obere Seite des Objectträgers und die untere Seite des Deckgläschens. Die Veränderung der Brennweite, welche durch die Mineralplatte für sich bewirkt wird, lässt sich bestimmen, indem man die Linien des Objectgitters zuerst durch die beiden Gläser allein, dann durch die Gläser und die Mineralplatte betrachtet. So umgeht man die Messung der Dicke des Deckgläschens. — Wenn der mittlere Brechungsindex nicht viel verschieden von 1,5 oder 1,6 ist und die Balsamschichten sehr dünn sind, so kann der Einfluss der letzteren vernachlässigt werden, eventuell können ihre Dicken bestimmt und in Rechnung gesetzt werden. Bei sehr dünnen Mineraldurchschnitten kommt jedoch die Dicke der einschliessenden Balsamschichten wesentlich in Betracht. Ist der Balsam hart und spröde, so ist sein Brechungsindex annähernd gleich 1,54. Man hat nun zu beachten, dass die Differenz in den Brennweiten für die obere und untere Begrenzungsfläche einer durchsichtigen Substanz, durch welche hindurch ein Object beobachtet wird, nicht gleich der wirklichen Dicke, sondern gleich der durch den Brechungsindex der Substanz getheilten Dicke ist. Demnach variiren die scheinbaren Dicken von in Wirklichkeit gleich dicken Platten wie die reciproken Werthe der Brechungsindices der entsprechenden Substanzen:

$$t : t' : \ldots = \frac{1}{\mu} : \frac{1}{\mu'} : \ldots$$

Sind die Werthe von t, t', μ gegeben, so kann μ' hiernach berechnet werden. In dem Falle eines in Balsam eingebetteten Dünnschliffes wird t' bestimmt, indem man die Differenz der Brennweiten der oberen und unteren Begrenzungsfläche des Schliffes misst. Hierauf wird die Differenz d der Brennweiten des Objectgitters, betrachtet durch den Schliff und durch den Balsam für sich, gemessen; und zwar ist d positiv oder negativ, je nachdem der Brechungsindex des Minerals grösser oder kleiner als der Brechungsindex des Balsams ist. Demnach ergiebt sich μ' aus der Gleichung:

$$\mu' = \mu \frac{t' \pm d}{t}$$

Sorby bestimmte mit Hülfe der Messung der mittleren Brechungsindices die Gemengtheile eines Dünnschliffes des Dolerites von Glasgow (Analcim 1,48—1,49, Kalkspath, Labradorit 1,61, Augit 1,79).

Von der Genauigkeit, mit welcher die Bestimmung der Brechungsindices vermittelst der angegebenen Methode vorgenommen werden kann, giebt Sorby folgendes Beispiel. An einer 9,449 mm dicken Quarzplatte ergaben fünf verschie-

Digitized by Google

dene Messungen der ordentlich gebrochenen Strahlen für das Licht eines rothen Glases, welches der Frauenhofer'schen Linie C entspricht:

1,5513, 1,5531, 1,5524, 1,5531, 1,5513

so dass keine Beobachtung mehr als eine Einheit der dritten Decimalstelle von dem Mittelwerthe abweicht. Dieser kann daher als bis zur dritten Decimale genau betrachtet werden unter der Annahme, dass die Gleichung $\mu = \frac{t}{t-d}$ keiner Correction bedarf.

Es konnte mit Hülfe derselben Methode bewiesen werden, dass geringe aber unverkennbare Abweichungen unter den Brechungsindices verschiedener Exemplare derselben Substanz vorhanden sind. Fünf Quarzexemplare ergaben für den Brechungsindex des ordentlich gebrochenen Strahles (Linie C) im Mittel 1,5543; dagegen giebt Rudberg 1,5418 an. In gleicher Weise lieferte die Methode für andere Mineralien stets höhere Werthe der Brechungsindices. Sorby schreibt nach einer von Stokes gegebenen Erklärung diese Abweichungen der sphärischen Aberration zu, welche von der Einschaltung einer durchsichtigen Platte vor dem Objectiv herrührt. Der Betrag der Abweichungen hängt z. Th. von dem Brechungsindex der Platte, z. Th. von der Beschaffenheit des Objectivs ab. Daher ist es zweckmässig für genaue Untersuchungen eine Correctionstabelle anzufertigen. Bei Anwendung des oben erwähnten Objectives von 1,69 mm Brennweite muss von den Brechungsindices, welche grösser als 1,5 sind, 0,0100, von denen, welche grösser als 2,0 sind, 0,0180 subtrahirt werden.

Die von Sorby entdeckten und beschriebenen Erscheinungen sind von Stokes mit Hülfe der bekannten Gesetze der Doppelbrechung erklärt und theoretisch abgeleitet worden. Den Ausgangspunkt bildet der Satz: der Brechungsindex ist gleich dem reciproken Werth des Krümmungsradius eines Schnittes der Wellenoberfläche durch eine Ebene, welche normal zu den im Brennpunkt auftretenden Linien des Gitters ist; diese Linien geben nur dann ein deutliches Bild, wenn sie senkrecht zu einer Hauptkrümmungsebene stehen.

1. Optisch einaxige Krystalle.

a) Schnitt senkrecht zur optischen Axe.

Bedeutet $2a$ die Länge der Rotationsaxe, $2c$ die Länge eines zu dieser Axe normalen Durchmessers des Rotationsellipsoides der Wellenoberfläche, so ist der Krümmungsradius des Ellipsoides am Endpunkt der Rotationsaxe $\frac{cc}{a}$; nach dem obigen Satze ist daher der scheinbare Brechungsindex des ausserordentlich gebrochenen Lichtes $m = \frac{a}{cc}$. Die zur Hauptaxe wenig geneigten Strahlen liefern einen scheinbaren (virtuellen) Brennpunkt, dessen Lage man erhält, wenn man an die Stelle der Krystallplatte eine isotrope Platte von gleicher Dicke und von dem Brechungsindex $m = \frac{a}{cc}$ setzt. Ist ω der wahre Brechungsindex des ordentlich gebrochenen, ε der wahre Hauptbrechungsindex des ausserordentlich gebrochenen Lichtes, so ist $m = \frac{a}{cc} = \frac{\varepsilon\varepsilon}{\omega}$.

Digitized by Google

b) Schnitt parallel zur optischen Axe.

Die beiden Hauptkrümmungsradien des Rotationsellipsoides der Wellenoberfläche in dem Punkte, in welchem das Ellipsoid von der Normale zur Schnittebene getroffen wird, sind c und $\frac{a\,a}{c}$; die entsprechenden Brechungsindices sind daher ε und $\frac{\omega\,\omega}{\varepsilon}$. Demnach giebt es in diesem Falle drei Focaleinstellungen des Mikroskopes, in denen das eine oder das andere Liniensystem oder beide Liniensysteme gleichzeitig deutlich gesehen werden; nämlich 1. für die ausserordentlichen, nach der Aequatorialebene des Krystalles polarisirten Strahlen, welche ein deutliches Bild der parallel zur optischen Axe liegenden Linien geben; der scheinbare Index ist gleich dem wahren Index ε. — 2. für die ausserordentlichen Strahlen, welche ein deutliches Bild der parallel zur Aequatorialebene liegenden Linien geben; der scheinbare Index hat den Werth $\frac{\omega\,\omega}{\varepsilon}$. — 3. eine, zwischen den ersteren beiden Einstellungen gelegene Einstellung für die ordentlichen in der Axialebene des Krystalles polarisirten Strahlen, welche ein deutliches Bild beider Linien des Gitters liefern; der scheinbare Index ist gleich dem wahren Index ω. — Nach Rudberg's Messungen ist:

Frauenhofersche Linien	Kalkspath				Quarz			
	ω	ε	$\frac{\varepsilon\,\varepsilon}{\omega}$	$\frac{\omega\,\omega}{\varepsilon}$	ω	ε	$\frac{\varepsilon\,\varepsilon}{\omega}$	$\frac{\omega\,\omega}{\varepsilon}$
C	1,6545	1,4846	1,3321	1,8438	1,5418	1,5509	1,5601	1,5328
D	1,6585	1,4864	1,3322	1,8505	1,5442	1,5533	1,5624	1,5352
E	1,6636	1,4887	1,3322	1,8590	1,5471	1,5563	1,5656	1,5380

c) Schnitt geneigt zur optischen Axe unter einem von 0^0 und 90^0 verschiedenen Winkel.

Bedeuten ϱ und ϱ' die Hauptkrümmungsradien in dem Punkte, in welchem die Normale zur Schnittebene das Rotationsellipsoid der Wellenoberfläche trifft, Θ die Neigung der Normale der Schnittebene zur optischen Axe, so ist:

$$(1) \ldots\ldots\ldots \frac{1}{\varrho} = \frac{(a^2\cos^2\Theta + c^2\sin^2\Theta)^{\frac{3}{2}}}{a\,a\,c\,c}$$

$$(2) \ldots\ldots\ldots \frac{1}{\varrho'} = \frac{(a^2\cos^2\Theta + c^2\sin^2\Theta)^{\frac{1}{2}}}{c\,c}$$

Diese Gleichungen geben die scheinbaren Brechungsindices des ausserordentlich gebrochenen Lichtes, wie man sie erhält durch Einstellung des Mikroskopes auf das senkrecht, bezw. parallel zum Hauptschnitt gelegene Liniensystem des Gitters. Wächst Θ von 0^0 bis 90^0, so verändert ϱ seinen Werth von $\frac{c\,c}{a}$ bis $\frac{a\,a}{c}$, von denen der eine grösser, der andere kleiner als a ist. Daher giebt es einen

Digitized by Google

besonderen Werth von Θ für welchen $\varrho = a$ ist; nach der Gleichung 1) folgt dieser Werth von Θ aus:

$$\tan^2\Theta = \frac{a^{\frac{4}{3}}(a^{\frac{2}{3}} + c^{\frac{2}{3}})}{c^{\frac{4}{3}} c^{\frac{2}{3}}} = \frac{\varepsilon^{\frac{4}{3}}(\varepsilon^{\frac{2}{3}} + \omega^{\frac{2}{3}})}{\omega^{\frac{4}{3}}\omega^{\frac{2}{3}}}$$

In diesem besonderen Falle sind wie in a) nur zwei Brennpunkte vorhanden, in denen deutliche Bilder gesehen werden; folgende charakteristische Eigenschaften dienen zur leichten Erkennung des in Rede stehenden Falles: 1. das ordentliche und das ausserordentliche Bild sind nach bestimmten Ebenen polarisirt; 2. in einem der Brennpunkte wird nur ein Liniensystem des Gitters, nämlich das parallel zum Hauptschnitt gelegene, deutlich gesehen; 3. das ausserordentliche Bild wird undeutlich, wenn die Platte in ihrer Ebene gedreht wird. — Der besondere Werth von Θ ist bei Kalkspath für Strahlen D: $\Theta = 53^0\,34'$.

Beim Kalkspath beträgt die Neigung der Normale einer Spaltungsfläche zur optischen Hauptaxe $44^0\,37'$. Daher ergeben die obigen beiden Formeln für die scheinbaren Brechungsindices des ausserordentlich gebrochenen Lichtes, das durch ein Kalkspathspaltungsstück erzeugt wird:

	Für die zum Hauptschnitt normalen Linien	Für die zum Hauptschnitt parallelen Linien
C	1,5777	1,4094
D	1,5809	1,4104
E	1,5849	1,4116

2. Optisch zweiaxige Krystalle.

a) Schnitt normal zu einer optischen Elasticitätsaxe.

Die Rechnung ist in diesem einfachsten und wichtigsten Falle dieselbe wie die in 1. b) für die ausserordentlichen Strahlen. Daher genügt es die Werthe der scheinbaren Brechungsindices in der nachfolgenden Tabelle anzugeben. Es bedeuten x, y, z die Richtungen der optischen Elasticitätsaxen, $a > b > c$ die Hauptfortpflanzungsgeschwindigkeiten, $\alpha < \beta < \gamma$ die Hauptbrechungsindices:

		Richtung der im Brennpunkt befindlichen Linie		
		x	y	z
Richtung der Normale der Polarisationsebene	x	α	$\frac{\gamma\gamma}{\alpha}$	$\frac{\beta\beta}{\alpha}$
	y	$\frac{\gamma\gamma}{\beta}$	β	$\frac{\alpha\alpha}{\beta}$
	z	$\frac{\beta\beta}{\gamma}$	$\frac{\alpha\alpha}{\gamma}$	γ

Digitized by Google

Nach Rudberg's Messungen ist:

		Aragonit			Topas		
		x	y	z	x	y	z
x	C	1,5282	1,8513	1,8420	1,6093	1,6284	1,6135
	D	1,5301	1,8576	1,8481	1,6116	1,6296	1,6148
	E	1,5326	1,8653	1,8554	1,6145	1,6338	1,6189
y	C	1,6862	1,6778	1,3919	1,6262	1,6114	1,6072
	D	1,6902	1,6816	1,3922	1,6285	1,6137	1,6115
	E	1,6953	1,6863	1,3929	1,6315	1,6167	1,6123
z	C	1,6736	1,3885	1,6820	1,6040	1,5999	1,6188
	D	1,6773	1,3887	1,6859	1,6063	1,6041	1,6211
	E	1,6818	1,3892	1,6908	1,6093	1,6056	1,6241

b) Schnitt normal zu einer Hauptschnittsebene.

Die Hauptschnittsebene sei die Ebene xz; Θ bedeute den Winkel, welchen die Normale der Schnittebene mit z einschliesst. Da der Schnitt der Hauptschnittsebene mit der Fresnel'schen Wellenoberfläche aus einem Kreise und einer Ellipse besteht, so werden die Brennpunkte einer zur Hauptschnittsebene normalen (zu y parallelen) Linie aus den für einaxige Krystalle geltenden Formeln gefunden, d. h. für normal zum Hauptschnitt polarisirtes Licht ergiebt sich der scheinbare Brechungsindex aus der Gleichung (1), für nach dem Hauptschnitt polarisirtes Licht hat er den Werth $\frac{1}{b}$ oder β. Die Brennpunkte einer zur Hauptschnittsebene xz parallelen Linie ergeben sich aus dem Werthe für den Krümmungsradius in einem Punkte des Hauptschnittes der Wellenoberfläche und zwar für eine zum Hauptschnitt normale Ebene. Liegt der Punkt in dem Kreisschnitt, so ist:

$$(3) \quad \ldots\ldots \quad \frac{1}{\varrho'} = \frac{b\{(b^2-a^2)\cos^2\Theta + (b^2-c^2)\sin^2\Theta\}}{c^2(b^2-a^2)\cos^2\Theta + a^2(b^2-c^2)\sin^2\Theta}$$

liegt der Punkt in dem elliptischen Schnitt, so ist:

$$(4) \quad \frac{1}{\varrho'} = \frac{\{(b^2-a^2)\cos^2\Theta + (b^2-c^2)\sin^2\Theta\}\sqrt{a^2\cos^2\Theta + c^2\sin^2\Theta}}{a^2(b^2-a^2)\cos^2\Theta + c^2(b^2-c^2)\sin^2\Theta}$$

Die Formeln (3) und (4) geben die scheinbaren Indices für das nach bezw. senkrecht zu dem Hauptschnitt polarisirte Licht, wenn eine zum Hauptschnitt parallele Linie im Brennpunkt liegt. — In der unmittelbaren Nähe der optischen und der Strahlen-Axen müssen sich die Werthe der scheinbaren Brechungsindices ausserordentlich schnell ändern.

Wächst Θ von 0^0 bis 90^0, so verändert der Krümmungsradius in der Ebene xz seinen Werth von $\frac{cc}{a}$ bis $\frac{aa}{c}$, und der Krümmungsradius in der zu xz nor-

Digitized by Google

malen Ebene von a bis c; daher verändert sich das Verhältniss der Radien von $\frac{cc}{aa}$ bis $\frac{aa}{cc}$; von diesen Werthen ist der eine grösser, der andere kleiner als 1. Bleiben beide Radien positiv, wie dies in den beiden durch die mittlere Axe gehenden Hauptschnitten der Fall ist, so müssen die beiden Radien für einen gewissen Werth von Θ einander gleich werden. Auf diese Weise erhellt, dass in jeder der beiden Ebenen vier Nabelpunkte vorhanden sein müssen. Setzt man die Werthe von ϱ, ϱ' aus den Gleichungen (1) und (4) einander gleich, so folgt:

$$a^2c^2\{(b^2-a^2)\cos^2\Theta + (b^2-c^2)\sin^2\Theta\}(\cos^2\Theta + \sin^2\Theta) =$$
$$\{a^2(b^2-a^2)\cos^2\Theta + c^2(b^2-c^2)\sin^2\Theta\}(a^2\cos^2\Theta + c^2\sin^2\Theta)$$

oder:

$$(5) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \tan^4\Theta = \frac{a^2(b^2-a^2)}{c^2(b^2-c^2)}$$

Dieser Ausdruck lehrt, dass die Nabelpunkte in dem elliptischen Schnitt der Hauptschnittsebene, welche die Axen der grössten und der kleinsten optischen Elasticität enthält, imaginär sind. Bezeichnet man die Winkel, welche die Axe y mit den Normalen der Nabelpunkte in den Ebenen xy, zy einschliesst mit v_{xy}, v_{zy}, so ist:

$$(6) \quad \ldots\ldots \quad \tan^4 v_{xy} = \frac{a^2(a^2-c^2)}{b^2(b^2-c^2)}, \quad \tan^4 v_{zy} = \frac{c^2(a^2-c^2)}{b^2(a^2-b^2)}.$$

Liegen die Begränzungsflächen einer Krystallplatte senkrecht zur Normale eines dieser Nabelpunkte so liefert der eine polarisirte Strahl die deutlichen Bilder beider Liniensysteme des Gitters gleichzeitig, und die Deutlichkeit wird nicht vermindert, wenn die Platte in ihrer Ebene über dem festliegenden Gitter gedreht wird. Die Platte gleicht also in dieser Beziehung einer in beliebiger Richtung aus einem optisch einaxigen Krystalle geschnittenen Platte. — In den Kreisschnitten der Wellenoberfläche, welche in den Hauptschnitten liegen, giebt es keine Nabelpunkte.

Aus (6) folgt für Strahlen D:

Aragonit: $v_{xy} = 69^0\,26'$, $v_{zy} = 45^0\,8'$.
Topas : $v_{xy} = 46^0\,49'$, $v_{zy} = 55^0\,27'$.

Ref.: Th. Liebisch.

7. J. von Schröckinger (in Wien): **Pošepnyt, ein neues Harz aus Californien** (Verhandl. d. geol. Reichsanst. in Wien, 1877, 128). Dieses Harz findet sich in der Great-Western-Quecksilbermine am südwestlichen Ende der Lake County in Californien in Platten und Knollen auf Klüften, die von Quarz oder Zinnober ausgefüllt sind. Es ist bald gallertartig, bald sehr hart und besitzt meist eine schmutzig lichtgrüne Farbe. Ihm eingelagert sind häufig weisse paraffinartige, sehr spröde und braungelbe gallertartige und stark poröse Theile. Das spec. Gewicht beträgt 0,85 bis 0,95. Das Harz verbrennt mit russender Flamme und bituminösem Geruch. Es lässt sich mittelst Aether in zwei Theile zerlegen; die Analyse, von Herrn Dietrich ausgeführt, ergab:

	für die ätherische Lösung	für den ungelösten Rückstand
C	71,84	84,27
H	9,95	11,74
O	18,21	3,99
	100,00	100,00

Digitized by Google

Der ungelöste Rückstand entspricht nahezu dem Ozokerit, welchen der Verf. im Harze in der That zu erkennen im Stande war. Die ätherische Lösung würde dagegen zu der Formel $C_{22} H_{36} O_4$ führen; diese erfordert

C	72,52
H	9,89
O	17,59

Da Paraffin, über 140° erhitzt, Sauerstoff aufnimmt und dann mit Alkohol gekocht, eine dunkelbraune Substanz zurücklässt, deren Zusammensetzung ähnlich der des extrahirten californischen Harzes ist, glaubt der Verf., dass es sich hier um ein durch höhere Oxydation entstandenes neues Product handle.

Ref.: H. Bücking.

8. Derselbe: Fluorit, als neues Mineralvorkommen in dem Quecksilberbergwerke zu Idria (ebenda, S. 130). In der Quecksilbergrube zu Idria, wo neben dem Zinnober bisher nur Pyrit, Dolomit und Calcit als Gangmineralien bekannt waren, fanden sich vor einiger Zeit auf einem dunkelgrauen Schiefergestein etwa 0,5 mm dicke Krusten von Fluorit mit eingesprengtem Zinnober. Sie waren meist begleitet von ebenso dicken Dolomit- und Calcitkrusten. Das Zusammenvorkommen mit Dolomit und Calcit lässt auf eine Gleichzeitigkeit der Bildung schliessen.

Ref.: H. Bücking.

9. J. Gamper (in Wien): **Lazulith von Krieglach** (ebenda S. 118—121). Der Lazulith aus dem Presnitzgraben bei Krieglach in Obersteiermark, schon seit längerer Zeit bekannt, findet sich dort im Quarzit, welcher untergeordnete Lagen im Thonglimmerschiefer bildet, und zwar hauptsächlich auf der Grenze des Quarzits gegen das Nebengestein. Verf. beobachtete eine zuweilen mehrere Zoll breite Ader von Lazulith, die sich öfter in kleinere Fasern verzweigte, wodurch es dann den Anschein gewinnt, als wenn das Mineral im Quarzit unregelmässig eingesprengt vorkomme. Ein ziemlich grosser Krystall zeigt die Flächen von $-2P(221)$ gut und glänzend. Der verwitterte Lazulith enthält dunkelblaue Partien, zellig, zerfressen, mit Würfelabdrücken und Pyritkryställchen, welche namentlich Combinationen von Pyritoeder und Oktaëder mit vorherrschenden Oktaederflächen oder auch Combinationen von Pyritoeder mit Würfel darstellen.

Ref.: H. Bücking.

10. Derselbe: Studien über Labradorite von Kiew (ebenda, S. 130—134). Als wesentlicher Bestandtheil der in der Umgegend von Kiew sehr verbreiteten Labradoritgesteine wird Labrador erwähnt. Er kommt in Körnchen und Krystallen vor. Letztere sind nur in den allerseltensten Fällen einfach, aber um so häufiger Vielfinge nach dem Albit- und Periklin-Gesetze; zuweilen finden sich wohl auch Karlsbader Zwillinge. Die Farbe des Labrador ist hell- bis dunkelgrau oder hellgrün; auf den *M*-Flächen (010) ist ein deutlicher Schiller zwischen grünblau, gelb und roth zu erkennen. Da wo Granitgänge die Labradorgesteine, an deren Zusammensetzung sich ausserdem noch Titaneisen, Diallag und dunkeler Glimmer betheiligen, durchsetzen, beobachtet man, dass die Labradorkrystalle am Saalband mit den rothen Oligoklasen des Granits oft in unmittelbaren Contact

Digitized by Google

treten. Irgend welche Regelmässigkeit dieser »Verwachsung« hat der Verf. nicht constatiren können. Der Oligoklas zeigt im Dünnschliff eine ausgezeichnete Gitterstructur, ähnlich wie sie Des Cloizeaux vom Mikroklin beschrieben hat. Die Analyse des Oligoklas ergab folgendes Resultat:

SiO_2	63,64
Al_2O_3	20,47
CaO	2,18
Na_2O	8,98
K_2O	1,13
Glühverlust	0,31
	99,71

In den Labradorgesteinen wurde als accessorischer Bestandtheil Topas beobachtet. Dasselbe Mineral findet sich auch in dem Granit neben accessorischem Turmalin, gewöhnlich hart an der Grenze von Granit und Labradorit; hier erscheint er zum Theil in grünen, krystallähnlichen, zerfressenen Parthien; nur einmal wurde ein 2 cm grosser Krystall mit guten glänzenden Flächen (110), (210) und dem schmalen Pinakoide (100) aufgefunden.

Ref.: H. Bücking.

11. Derselbe: Anorthit vom Monzoni (ebenda, S. 134 u. 135). Die Anorthitkrystalle vom Monzoni, über deren Vorkommen G. vom Rath in seinen »Beiträgen zur Petrographie, 1873« Näheres mitgetheilt hat*), besitzen eine röthliche oder weisse Farbe. Sie zeigen gewöhnlich die Flächen $M(010)$, $o(\bar{1}11)$, $P(001)$, $y(\bar{2}01)$ und $l(110)$. Die Fläche P, mit welcher die Krystalle aufgewachsen sind, waltet immer vor; die andern Flächen sind meist durch Chloritblättchen und durch kleinere Kryställchen von Chabasit ganz oder zum Theil bedeckt, oder sind matt. Das Mineralpulver ist durch kochende Salzsäure aufschliessbar. Die Analysen ergaben:

	1. rothe Varietät:	2. weisse Varietät:
SiO_2	41,08	42,79
Al_2O_3	36,04	34,78
CaO	17,91	15,98
K_2O	1,05	0,62
Na_2O	1,03	1,36
aq	4,79	4,13
	101,90	99,66

Ref.: H. Bücking.

12. C. Weltz (in Christiania): **Nachrichten aus dem nördlichen Chili.** (Berg- u. Hüttenmänn. Zeitung, 1877. S. 261—4). Etwa 3 bis 4 Meilen von der chilenischen Küste entfernt setzen im Diorit zahlreiche Kupfererzgänge auf, welche bei einer Mächtigkeit von 1 bis 8 Meter sich durch grossen Reichthum an Kupfererzen auszeichnen. Die Gangmasse ist Quarz; das Haupterz ist Kupferkies**): zu ihm gesellt sich noch Kupferglanz, Schwefelkies und gediegen Kupfer.

*) Vergl. auch d. Zeitschr. 8, 98.

**) Nach P. Lipken (über Kupferbergbau in Chile; Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1877, S. 129 etc.) waltet in den oberen Teufen der Gänge Buntkupfererz vor; dasselbe

Digitized by Google

Die Gänge führen niemals Bleiglanz, Blende, Arsen oder Silber, dagegen etwas Gold. In den oberen Teufen sind kiesel-, kohlen- und salzsaure Kupferverbindungen, Kupferpecherz, Ziegelerz und Rothkupfererz die gewöhnlichsten Gangmineralien. Weiter östlich, etwa 6 bis 12 Meilen von der Küste, liegt ein grosser Theil der chilenischen Silbergruben, darunter auch die berühmten Chanarcillo-Gruben. Die häufigsten Silbererze sind hier Chlorsilber, gediegen Silber und Rothgülden; die Gangmasse ist vorzugsweise Kalkspath und Schwerspath. Auch Kupfererzgänge treten in dieser Region auf; sie führen nur Kalkspath als Gangmasse und neben dem vorwaltenden Kupferkiese noch Fahlerz und silberhaltigen Bleiglanz. Auch Gänge, die nur Bleiglanz mit wenig Silbergehalt führen, und Quarzgänge mit Gold und etwas Kupfer, aber frei von Silber, werden erwähnt. In einer Höhe von 8—12000 Fuss über dem Meer liegt eine Reihe halbausgetrockneter, grosser Salzseen, in deren Nähe man kürzlich ungeheure Massen eines Kalk-Natron-Borsäure-Minerals*) in Schichten abwechselnd mit Chlornatrium gefunden hat.

Der sog. Chilesalpeter kommt in Chile nur ausnahmsweise und in geringer Menge vor, dagegen sehr reichlich in Peru und Bolivia, und zwar in einer Zone, welche weit näher an der Küste liegt als die eben erwähnten Salzseen. Auch er findet sich in Depressionen mit zum Theil halb ausgetrockneten Seen und zwar in Lagern abwechselnd mit Schichten von faserigem Gyps und wenig schwefelsaurem Natron (Thenardit), aber nicht mit Schichten von Chlornatrium. Zwischen den Ablagerungen, in denen der Chilesalpeter auftritt, hat man auch etwas Guano beobachtet, der vielleicht Material zu Salpeterbildung geliefert hat.

Ref.: H. Bücking.

18. A. Stelzner (in Freiberg): **Die nutzbaren Mineralien der argentinischen Republik** (ebenda, S. 340—343**)). Gold, Silber, Bleiglanz, Nickel- und Kupfererze finden sich auf Gängen, das Gold ausserdem noch in Seifen. Das Nebengestein der Gänge ist entweder Granit oder Gneiss, Thonschiefer, paläozoischer Kalkstein, Trachyttuff und Sandstein. Die meisten Erzgänge finden sich nur da, wo jene Gesteine von tertiären Eruptivmassen (Trachyten, Andesiten etc.) durchbrochen sind; ihre Entstehung fällt demnach in die Tertiärzeit und ist durch die vulkanischen Vorgänge während derselben veranlasst. 1. Gediegen Gold kommt auf Quarz und Hornsteingängen vor, in der Regel nur begleitet von Eisenkies oder Brauneisenerz; so in der Provinz San Luis in der Umgebung von Tanalasta, besonders in der Cannada honda und am Portezuela der Sierra de Ullape; sodann in den altberühmten Grubengebieten von Gualilan und Guachi (San Luis). Goldwäschereien im Seifengebirge finden sich in der Sierra de Famatina (La Rioja), in dem Valle Calchaqui (Salta) und dem Departement de la Puna (Jujui), und namentlich in den Districten von San Luis. 2. Silber kommt auf zahlreichen Gängen vor, welche am Cerro Negro unweit Chilecito (La Rioja) im Thonschiefer aufsetzen. Sie füh-

---

tritt immer nur derb auf und enthält etwas Gold mechanisch beigemengt. Neben dem derben Buntkupfererz ist auch eine aschenförmige, sehr eisenhaltige mulmige dunkle Mineralmasse, polvorilla genannt, sehr häufig; sie enthält Buntkupfererz nur in kleinen Partikeln porphyrartig eingesprengt, so dass der Kupfergehalt der ganzen Masse höchstens 8 bis 10 Procent beträgt. D. Ref.

*) Die Analyse würde erst entscheiden können, ob das Mineral Boronatrocalcit ist. Letzterer ist von Iquique in Peru bereits bekannt. D. Ref.

**) Vgl. auch Napp, die Argentin. Republik. Buenos Ayres 1876. S. 208—214.

Digitized by Google

ren neben Braunspath, Zinkblende und Eisenkies vorwiegend gediegen Silber und edle Silbererze (Rothgülden, Chlor- und Schwefelsilber). Auch einige quarzhaltige Gänge in der Sierra von Cordoba sind reich an Chlorsilber und gediegenem Silber; sie führen als Seltenheit auch etwas Jodsilber. 3. Silberhaltiger Bleiglanz ist das Haupterz vieler Gänge in allen Gebirgen der Republik, namentlich am Paramillo de Uspallata (Mendoza), in den Sierren von Tontal, zu Castanno und in der Sierra de la Huerta (San Juan), in der Sierra de Cordoba, besonders im District Ojo de Agua. 4. Nickelerze, zumal Rothnickelkies, kommt auf Gängen in der Provinz Rioja (in Jagüé) vor. 5. Von Kupfererzen wird Gediegen Kupfer, Kupferglanz, Buntkupferkies, Fahlerz, Enargit und Kupferkies erwähnt, die in mächtigen und reichen Gängen auftreten und in der Regel sich durch einen kleinen Gehalt von Gold und Silber auszeichnen. In der Sierra de las Capillitas (Catamarca) sind goldhaltiger Kupferkies, Fahlerz und Buntkupferkies sehr verbreitet; im Grubengebiet der Mejicana in der Sierra de Famatina (La Rioja) baut man auf reichen Enargitgängen; Kupferkies und Fahlerz waren in der südlichen Sierra von Cordoba und im Valle von Calchaqui im Departement Rosario de la Frontera (Salta) die Haupterze.

Ref.: H. Bücking.

14. A. v. Groddeck (in Clausthal): **Ueber das Vorkommen von Gold-, Kupfer- und Bleierzen in der Provinz Rio Grande do Sul in Brasilien** (ebenda, S. 422—4). Auf der Mina Aurora bei Lavras, Municipium Caçapava, findet sich das Gold auf einer etwa 34 Fuss mächtig aufgeschlossenen Lagerstätte in porphyrartigem Granit. Die Hauptausfüllungsmasse derselben ist sehr feinkörniger Quarz von grauer oder röthlicher Farbe und grossblättriger weisser oder dunkelroth gefärbter Kalkspath. Das Gold ist in Blättchen und Körnchen in grosser Menge in Kalkspath eingesprengt, oft derart, dass die Blättchen, welche gewöhnlich bis 10 mm gross werden, parallel den Spaltungsflächen des Kalkspaths liegen. Seltner als im Kalkspath beobachtet man das Gold im Quarz. Ausserdem kommt auf der Goldlagerstätte noch Flussspath von schön dunkelblauer Farbe und in Krystallen der Combination $\infty O\infty . \infty O 3$ (100 . 103) vor; ferner ein dunkelgrünes chloritähnliches Mineral und ein hellgelbes, sehr weiches, feinschuppiges bis dichtes, leicht schmelzbares Thonerdesilicat.

Ein zweites, ausgedehntes Goldvorkommen findet sich am Serito de ouro, $^1/_2$ Meile von Lavras entfernt. Das Gestein dieses Serito besteht aus Quarz, rothem Feldspath und dem eben erwähnten gelben Thonerdesilicat; eingesprengt sind gediegen Gold, Schwefelkies, Arsenikkies, Bleiglanz und Zinkblende. Als Zersetzungsproducte treten Weissbleierz und Mimetesit auf, letzterer in kleinen gelben, wachsglänzenden, bauchigen, sechsseitigen Prismen.

Am Serito Vieira Bueno, etwa 2 Meilen von Lavras und $^3/_4$ Meile von der Mina Aurora entfernt, beginnt ein ausgedehntes Kupfererzvorkommen, das in westnordwestlicher Richtung etwa 7 Meilen weit bis an den Rio das Pedras fortsetzt. Es kommen Kupferglanz und Kupfergrün, seltner Rothkupfererz in quarziger Gangart oder in einem Gemenge von rothem Orthoklas und Quarz eingesprengt vor, auch finden sich Kupferindig und Bleiglanz, letzterer in Gesellschaft von Weissbleierz. Das Weissbleierz erscheint in schönen Krystallen, welche die Combination der Flächen $\infty \breve{P}\infty$ (010), $4\breve{P}\infty$ (041), $2\breve{P}\infty$ (021), P (111) und

Digitized by Google

$\infty P(110)$ zeigen, nach $\infty \breve{P}\infty(010)$ tafelartig, und nach $2\breve{P}\infty(021)$ prismatisch verlängert sind. Sie sind Zwillinge nach $\infty P(110)$.

Ref.: H. Bücking.

15. **F. Blanchard: Ueber ein Vorkommen von Zinn in der Campiglia** (R. Accad. Lincei. Ser. 3ª, Transunti, Vol. II. 186, Roma 1877—78). Zuerst wurde das Zinn als Zinnstein in dieser Gegend im Jahre 1876 beobachtet und zwar in Gängen von Eisenoxydhydrat, welche einen saccaroiden Kalkstein durchziehen. Neuerdings ist das Mineral z. Th. erdig noch an mehreren Stellen aufgefunden worden, wo früher in alten [römischen?] Zeiten offenbar noch Zinn gegraben wurde. Die Zinnsteinhaltigen Erden weisen bis 14% Zinnsäure auf.

Ref.: A. Arzruni.

16. **A. Cossa** (in Turin): **Ueber eine Methode Didym und Erbium in Mineralien und Gesteinen nachzuweisen** (Sulla determinazione della presenza del didimio e dell' erbio nei minerali e nelle rocce mediante l'osservazione delle linee di assorbimento nella luce attraversante sezioni sottili del minerale o della roccia. R. Accad. Lincei. Ser 3ª, Transunti Vol. II. 191. Roma 1877—78. Vorläuf. Mitth.). Nachdem Bunsen gezeigt hatte, dass nicht nur Lösungen von Didymsalzen, sondern auch Krystalle des Didym-Nitrates und Sulfates Absorptionsspectra hervorrufen, ist der Parisit das einzige didymhaltige Mineral gewesen, welches spectroskopisch untersucht worden war. Verf. verfertigte Dünnschliffe des Cerites von Bastnäs (Schweden), welche 0,09 mm Dicke besassen und konnte darin deutlich die Absorptionsstreifen des Didyms beobachten, bei Anwendung eines mit dem Mikroskope verbundenen Spectroskopes. Im Laufe der Untersuchung stellte es sich heraus, dass der erwähnte Cerit ein Gemenge von Quarz, rosenrothem Cerit und einem noch nicht näher bestimmten dichroitischen Minerale ist. Neben dem Cer-, Lanthan- und Didym-Silicat enthält der Cerit noch ein anderes Germineral, welches fast vollkommen didymfrei ist und schon durch Behandlung mit Wasser zersetzt wird. [Verf. erwähnt nicht, ob es gerade das oben angeführte dichroitische oder ein davon verschiedenes ist. — d. Ref.]

Ref.: A. Arzruni.

17. **A. Des Cloizeaux und Damour** (in Paris): **Ueber die Krystallform, die optischen Eigenschaften und die chemische Zusammensetzung des Homilit** (Ann. chim. phys. [5]. 12. 405. 1877]. Unter der Bezeichnung Erdmannit von Stokö besassen die Verf. das neuerdings von Pajkull (vgl. diese Zeitschr. 1, 384) unter dem Namen Homilit beschriebene Mineral, wie es sich aus dem Vergleiche der alten Messungen von A. E. Nordenskjöld mit den von Herrn Des Cloizeaux angestellten ergab. Hr. Damour analysirte das Mineral und kam zu derselben Zusammensetzung wie die von Pajkull angegebene. Das Mineral zeigt sich oft als aus einem grünen doppelbrechenden Kern und einer gelblichbraunen isotropen Rinde bestehend. Es giebt aber auch vollkommen einfachbrechende Krystalle. Der Homilit, verglichen mit dem Gadolinit, mit welchem er grosse Aehnlichkeit in den Winkelwerthen besitzt, hat (in seinen doppelbrechenden Partieen) eine andere Lage der Ebene der optischen Axen: dieselbe ist senkrecht zur Symmetrieebene, während sie beim Gadolinit mit dieser zusammenfällt. Ueber die monosymmetrische Natur des Minerals lässt die horizontale Dispersion

Digitized by Google

der Mittellinien, welche hier als eine der deutlichsten genannt werden darf, keinen Zweifel. Die erste positive Mittellinie ist fast parallel mit der Prismenkante.

$a : b : c = 0{,}6249 : 1 : 1{,}2824$ *) $\beta = 89^0\ 21'$

$= (0{,}6362 : 1 : 0{,}6473 \quad \beta =$ fast 90^0 Nordenskjöld, Pajkull)

Beobachtet wurden: (110), (001), (100), (021), (011), (012), (111), (221), ($\bar{1}11$). Die Flächen (110) und (021) fast immer vorherrschend, was den Krystallen ein oktaedrisches Aussehen verleiht; (001) und (100) auch stark entwickelt. In der folgenden Tabelle sind neben den Winkeln des Homilit diejenigen von Gadolinit und Datolith gesetzt, welcher letztere mit dem neuen Minerale isomorph ist.

		Homilit			Gadolinit	Datolith
		Ber.	Gem.		Berechnet	
(110)	($1\bar{1}0$)	$64^0\ 0'$	—		$64^0\ 0'$	$64^0\ 39'$
(001)	(100)	89 21	$89^0\ 21'$		89 28	89 54
(001)	(021)	32 40	32 51		33 24	32 24
—	(011)	52 3	52 6		52 49	51 51
—	(012)	68 42	69 30	approx.	69 14	fehlt
—	(221)	50 6	50 11		50 56	-
—	(111)	67 5	67 12		67 43	67 4
—	(110)	89 27	89 3		89 33	89 0
—	($\bar{1}11$)	68 1	68 21		68 30	68 17
(221)	(100)	48 52	48 59		48 23	fehlt
(021)	(221)	40 35	40 50 40 23	Nordensk.	41 10	-
(100)	(111)	36 41	37 55	approx.	37 59	38 48
—	(011)	89 36	89 30		89 41	89 56
—	($11\bar{1}$)	38 33	39 19		38 14	38 41
—	(012)	89 46	—		89 49	fehlt
(021)	(110)	72 54	72 54		72 39	73 14
—	($\bar{1}10$)	73 52	73 34		73 26	73 24
(011)	(110)	64 56	64 50 64 42	Nordensk.	64 44	65 5
(221)	(011)	44 21	44 32		44 52	fehlt
(011)	($\bar{1}10$)	65 40	65 34		65 20	65 12
(012)	(110)	60 11	—		60 7	fehlt
(221)	012)	52 17	—		53 38	-
($\bar{1}11$)	(021)	54 31	54 20		54 44	53 48

Eine Spaltbarkeit ist nicht beobachtet worden. In dünnen Lamellen ist das Mineral durchsichtig bis durchscheinend. Bruch glasig, Strich grauweiss. $H = 4{,}5 - 5$. Gew. $= 3{,}34$ (3,28 Pajkull). Im Kölbchen giebt es etwas saures Wasser ab, schmilzt v. d. L. langsam zu einem schwarzen Glase; die Phosphorsalzperle ist braungelb, wird aber blasser beim Erkalten. Eine Platte des doppelbrechenden Kernes gab:

$2H_a$, (roth) $= 98^0\ 22'$ und bei geringerer Dicke $= 97^0\ 25'$

Dispersion $\varrho > v$.

*) Die Axe c ist doppelt so gross genommen als in dem citirten Auszuge aus der Arbeit des Herrn Pajkull, wahrscheinlich um die Aehnlichkeit des Homilit mit dem Gadolinit deutlicher zu zeigen. D. Ref.

Digitized by Google

Die Analysen deuten zwar auf einen Eisen-Datolith, aber das complicirte Sauerstoffverhältniss lässt sich doch nicht als ein einfaches betrachten, was wohl durch die wechselnden Mengen der einfachbrechenden, den doppelbrechenden Kern umgebenden, Rinde erklärt werden dürfte. An den alten, wie den neu erhaltenen Stücken von Stokö sind Krystallbruchstücke und halbdurchsichtige einfachbrechende Adern von brauner Farbe, harzigem Bruche und grauem Striche zu sehen. Dieselben sind schwer von dem Homilit zu unterscheiden; ihre Härte ist = 4,5, aber ihr Gewicht ein wesentlich geringeres = 3,03. Im Kölbchen geben sie saures Wasser ab, blähen sich auf und werden weiss; v. d. L. schmelzen sie schliesslich zu einem gelbbraunen Glase. Die Phosphorsalzperle ist in der Wärme gelb, in der Kälte fast farblos und enthält ein Kieselskelett. Leicht löslich in Säuren; Oxalsäure bewirkt in der Lösung einen weissen Niederschlag. Die Analysen des Homilit (a. Pajkull, b. Damour) und des mit ihm zusammen vorkommenden Minerals (c. Damour) geben folgende Resultate:

	a.	b.		c.
SiO_2	31,87	33,00	SiO_2	28,01
B_2O_3 (Diff.)	18,08	15,21	B_2O_3	5,54
Al_2O_3	1,50	—	Al_2O_3	3,31
Fe_2O_3	2,15	—	Ce_2O_3	19,28
FeO	16,25	18,18	$(La, Di)_2O_3$	8,09
MnO	—	0,74	FeO	5,42
CaO	27,28	27,00	MnO	1,35
MgO	0,52	—	CaO	11,00
$(Ce, La, Di)_2O_3$	—	2,56	K_2O	1,98
Na_2O	1,09	1,01	SnO_2	0,45
K_2O	0,41	—	TiO_2	Spuren
Glühverlust u. H_2O	0,85	2,30	ZrO_2	3,47
	100,00	100,00	H_2O	12,00
				100,00.

Das einfachbrechende Mineral weicht also seiner Zusammensetzung nach sowohl vom Homilit wie vom Erdmannit Blomstrand's ab und ist dasselbe vielleicht eine Pseudomorphose. Wahrscheinlich kommt auf Stokö auch der wahre Erdmannit vor, als kleine, den beiden anderen Mineralien ähnlich sehende, einfachbrechende Adern, bei denen der Versuch keine Spur von Borsäure nachweisen kann. Ref.: A. Arzruni.

18. Giovanni Capellini (in Bologna): **Ueber den Prehnit der Livornesischen Berge** (Sulla Prehnite dei Monti Livornesi e sui minerali che l'accompagnono. Rendiconto Acc. d. Istit. di Bologna. Anno 1877—78. 150). Es werden zwei Vorkommnisse des Prehnit beschrieben: 1) Piano Coscianese e Cerrete bei dem il Gabbro genannten Orte unweit Livorno, wo Verf. das Mineral zuerst in einem Bohrloch, pozzo Rosa, im Kalk neben Eisenkies und Eisenoxydhydrat gefunden hat. 2) Valle dell' Arancia, unweit des Monte Pelato, unweit Castiglioncello; zwischen dem Gabbro und dem Kalke finden sich ansehnliche Prehnit-haltige Gänge, ebenfalls mit Eisenoxydhydrat. Beide Vorkommnisse zeigen keine deutlichen Krystalle. Ref.: A. Arzruni.

19. A. E. Nordenskjöld (in Stockholm): **Thaumasit, ein neues Mineral** (Compt. rend. 87. 314. Août, 1878). Das Mineral, zum ersten Male vor hun-

Digitized by Google

dert Jahren von Hrn. Bergingenieur Polhermer in den Gruben Gustav und Carlberg oder Bjelke in Areskutan gefunden, dann im Jahre 1859 von dem Verf. selbst und schliesslich dieses Jahr an derselben Stelle gesammelt, besitzt nach einer sorgfältigen chemischen Untersuchung des Hrn. G. Lindström welche an den zu verschiedenen Zeiten gesammelten Stücken angestellt wurde, die der Formel $CaSiO_3 + CaSO_4 + CaCO_3 + 14H_2O$ entsprechende Zusammensetzung. Die Homogenität des Minerals wurde auch mikroskopisch constatirt. Ref.: A. Arzruni.

20. P. Guyot: Zwei Vorkommnisse von Calciumphosphat in den Vogesen (Compt. rend. 87. 333. Août 1878). In den Kalken mit Gryphaea arcuata bei Damblain und Blevaincourt (Canton Lamarche) finden sich Nieren von 0,02—0,10 Meter Durchmesser; die Farbe derselben ist gelblichweiss, manchmal auch graublau, z. B. bei l'Artan-Boucher, welches sich auf dem infra-liassischen Sandstein befindet. Die Analysen gaben für die Stücke von Damblain 76,99 % $Ca_3P_2O_8$ und die von Blevaincourt 77,74, während ein graublaues Stück 12,60 % $Fe_2P_2O_8 + 4H_2O$ enthielt. Die graublaue Farbe ist wohl einer längeren Berührung mit der Luft und der Bildung von Vivianit zuzuschreiben. Ref.: A. Arzruni.

21. L. Smith (in Louisville): **Ueber das meteorische Mineral Daubréelith** (Compt. rend. 87. 338. Août 1878). Zu dem Referate, welches in dieser Zeitschr. III. 79 abgedruckt ist, wäre noch hinzuzufügen, dass der Troilit aus den Meteoreisen von Toluca (Mexico), Sevier County (Tennessee) und Cranbourne (Australien) auf die Gegenwart des Daubréelith hin untersucht worden ist, welche schon bei Anwendung von 1—2,5 grm Troilit constatirt werden konnte; 2800 grm Troilit aus dem Meteoreisen von Toluca gaben, in Salpetersäure gelöst, Mengen Chrom und Eisen, welche 0,06 grm Daubréelith entsprechen.
Ref.: A. Arzruni.

22. J. E. Reynolds (in Dublin): **Die chemische Zusammensetzung des Lävrit von Elba** (Chem. News, **36**, 85. August 24, 1877). Der Verf. theilt eine von Hrn. W. Early ausgeführte Analyse des L. von Elba mit, welche nach der von Letzterem für die Eisenoxydulbestimmung vorgeschlagenen Methode ausgeführt worden ist. Nach dieser wird die Substanz mit 20 *CC* Flussäure von 20 % *HF*-Gehalt fünf Min. in einem tiefen, mit lose aufgepasstem Deckel verschlossenen Platintiegel gekocht, dann 10 cc. verdünnte Schwefelsäure (1 Th. auf 2 Th. Wasser) zugesetzt und noch einige Min. erhitzt; dann wird der Inhalt in eine Flasche mit luftfreiem Wasser geschüttet und sofort titrirt. Die vollständige Analyse (bei welcher der Wassergehalt direct bestimmt wurde) ergab:

SiO_2	29,93
FeO	31,83
Fe_2O_3	20,16
MnO	3,02
CaO	13,71
MgO	0,30
Al_2O_3	0,36
K_2O	0,20
Na_2O	0,29
H_2O	0,42
	100,22

Digitized by Google

Dies führt zu dem Molecularverhältniss:

$$RO : R_2O_3 : SiO_2 = 0,7431 : 0,1294 : 0,4983$$
$$= 5,96 : 1,04 : 4,00$$

d. h. zu der Formel:

$$R_6 R_2 Si_4 O_{17}$$

in welcher 6 R nahezu $= 4\,(Fe, Mn) + 2\,Ca$, wenn man die geringen Mengen Alkalien und Wasser nicht in Rechnung zieht.

Ref.: P. Groth.

28. Derselbe, ein neues Borat, Franklandit (Phil. Mag. u. J. of Sc. (5) 3, 284—287, April 1877). Die bisher analysirten Natronkalkborate aus der peruanischen Provinz Tarapaca sind z. Th. Gemenge z. B. von Ulexit mit einem natronreicheren Mineral. Ein solches der letzteren Art von demselben Fundort und von anscheinender Reinheit untersuchte der Verf. Dasselbe bestand aus verfilzten weissen Massen von dünner fasriger Struktur, deren lange Fasern unter dem Mikroskop ein ganz einheitliches Aussehen hatten. H. 4. Spec. G. 1,65. Wenig löslich in Wasser, leicht in verdünnter Salz- und Salpetersäure. Durch Behandeln mit kaltem Wasser konnten kleine Beimengungen von $NaCl$ und Gyps gelöst werden. Bei der folgenden Analyse kann der directen Borbestimmung (b) nur ein approximativer Werth zugeschrieben werden; in a ist das Bor durch die Differenz bestimmt.

	a	b	c	Berechnet:
B_2O_3	43,76	41,81	—	43,61
CaO	12,10	—	11,94	11,63
Na_2O	12,37	—	—	12,87
H_2O	27,92		27,66	28,04
$(Na, K)Cl$	2,41			
$CaSO_4 + 2\,aq$	1,44			3,85
	100,00			100,00

Die berechneten Zahlen beziehen sich, mit Abrechnung der Verunreinigungen, auf die Formel:

$$Na_4 Ca_2 B_{12} O_{22} + 15\,H_2O.$$

Um die Beziehungen dieser Substanz zum Ulexit zum Ausdruck zu bringen, schreibt der Verf. die Formeln beider Mineralien folgendermassen:

Ulexit: $2\,NaBO_2 + 2\,H_3BO_3 + 2\,Ca(BO_2)_2 + 2\,H_3BO_3 + 9\,H_2O$

Franklandit: $2\,NaBO_2 + 2\,NaBO_2 + 2\,Ca(BO_2)_2 + 2\,H_3BO_3 + 9\,H_2O.$

Ref.: P. Groth.

24. J. W. Mallet (Univ. v. Virginia): **Mineralanalysen.** (Chem. News, **36**, 166, Oct. 12, 1877). Antimonocker von Sevier Co., Arkansas. Das Mineral findet sich mit Antimonglanz, aus welchem es entstanden und dessen Structur es bewahrt hat, auf einem ziemlich mächtigen Gange. Strohgelb, H. 4. Spec. Gew. 5,58. Analyse von J. R. Santos:

Sb (a. d. Diff.)	76,15
O	19,85
H_2O	3,08
Unlöslich (SiO_2)	0,92
	100,00

Digitized by Google

Dies entspricht der Formel $2Sb_2O_4 + H_2O$, wonach die Substanz auch ein Gemenge von ungefähr gleichen Theilen Cervantit, Sb_2O_4, und Stibiconit. $Sb_2O_4 + H_2O$ sein kann.

Thonerdehaltige Chrysocolla aus Utah; von diesem theils erdigen, theils glasigen Mineral wurde die letztere Varietät durch J. R. Santos analysirt; dieselbe war hell grünblau und halbdurchsichtig. H. 2.

SiO_2	37,19
Al_2O_3	10,78
CuO	26,03
H_2O	25,76
	99,76

Das hieraus folgende Sauerstoffverhältniss von $CuO : Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O$ ist $= 329 : 315 : 1240 : 1431$; dies giebt ungefähr die Formel $CuAl_2Si_2O_6 + 2H_2O$ (mit einem kleinen Ueberschuss an Wasser). Bis jetzt ist noch kein Kupfergrün mit einem so hohen Thonerdegehalt aufgefunden worden.

Ref.: P. Groth.

25. L. Matthiessen (in Rostock): **Eine neue Messungsmethode der Constanten optisch ein- und zweiaxiger Krystalle.** (Zeitschrift für Mathematik und Physik. 23. Jahrg. S. 187—191. 1878.) Mit Hülfe des Refractometers von Abbe (Neue Apparate zur Bestimmung des Brechungsvermögens etc. Jena 1874) bestimmte der Verf. an Spaltungslamellen, welche von Cassiaöl ($n_D = 1,5925$) bedeckt waren, die Hauptbrechungsindices $\alpha < \beta < \gamma$ von Gyps und Glimmer (Fundort nicht genannt) für Strahlen D:

Gyps: $\alpha = 1,5195$, $\beta = 1,5218$, $\gamma = 1,5283$
Winkel der optischen Axen $2V = 61^0\,35'$

Glimmer: $\alpha = 1,5692$, $\beta = 1,6049$, $\gamma = 1,6117$
$2V = 17^0\,47'\,40''$

Ref.: Liebisch.

26. F. Heddle (in St. Andrews): **Analysen schottischer Mineralien** (aus: »the County Geognosy and Mineralogy of Scotland«. — Mineral. Mag. a. Journ. of the Min. Soc. of Gr. Brit. a. Irel. 1878, 2, Nr. 8, S. 9—35, No. 10. S. 106—133).

Chromhaltiges Magneteisen, kleine Körner, sparsam im Sande von Dale burn im Norden der Insel Unst:

	I.	II.
Fe_2O_3	57,29	62,46
Cr_2O_3	9,40	10,25
FeO	24,94	27,20
MnO	0,40	0,44
CaO	1,12	
SiO_2	7,20	
	100,35	100,35

II enthält die Berechnung auf 100,35 für das reine Erz. Beim Pulverisiren dieser Substanz zeigten sich einzelne Körner metallischen Eisens in demselben.

Digitized by Google

Ankerit aus dem Serpentin von der kleinen Insel Ting of Norwick an der Küste von Unst; Spaltungsstücke mit dem Rhomboëderwinkel 73° 54′ und dem spec. Gew. 2,91:

$CaCO_3$	51,80
$MgCO_3$	38,00
$FeCO_3$	7,82
$MnCO_3$	2,31
Quarz	0,02
	99,95

In demselben Gesteine an der Norwickbay findet sich apfelgrüner Talk mit Dolomit, Breunerit und Krystallen von Magnetit $(O, \infty O)$. Der Talk hat das spec. Gew. 2,76 und lieferte bei der Analyse:

SiO_2	62,50
Al_2O_3	0,45
FeO	0,53
NiO	Spur
MgO	31,84
H_2O	4,79
	100,11

Der Dolomit hatte einen Spaltungswinkel von 73° 43′, das spec. Gew. 2,865 und folgende Zusammensetzung:

$CaCO_3$	52,55
$MgCO_3$	43,77
$FeCO_3$	1,97
$MnCO_3$	1,37
Unlöslich (Talk)	0,10
	99,76

Der Breunerit trat in kleinen Rhomboëdern (von 73° 10′), vom spec. Gew. 3,093 auf und ergab:

$MgCO_3$	91,39
$FeCO_3$	6,78
$MnCO_3$	0,78
SiO_2	0,60
Al_2O_3	0,14
Unlöslich (Talk)	0,10
	99,79

Etwas weiter südlich von jenem Fundort liegt im Serpentin eine Chromeisensteinlagerstätte, in welcher u. A. Kämmererit in blättrig-körnigen Massen, seltener in hexagonalen Krystallen $(R, oR$ bis zu $\frac{1}{2}$ Zoll Durchm.) vorkommt; die letzteren, spec. Gew. 3,099, wurden analysirt:

SiO_2	32,31
Al_2O_3	7,50
CaO	3,83
Cr_2O_3	7,89
FeO	2,08
MgO	32,15
H_2O	14,25
	100,01

Digitized by Google

Eine damit zusammen vorkommende, pulverförmige gelbe Substanz, ein wasserhaltiges Carbonat von *Ca*, *Mg* und wenig *Fe*, schlägt der Verf. vor, Hibbertit zu nennen.

Der in der Nähe sich findende Brucit ist bereits von Fyfe, Thomson und Stromeyer analysirt worden. Der Verf. fand in einer blättrigen Varietät vom spec. Gew. 2,336:

MgO	67,99
FeO	0,41
MnO	0,31
CaO	Spur
H_2O	30,99
	99,70

In dem Gabbro, welcher den südlichen Theil der Insel Unst und die kleine vorliegende Insel Balta bildet, finden sich zwei Gänge bestehend aus Labrador mit Hornblende, resp. Augit; die Analysen der Feldspathe beider sind bereits in d. Zeitschr. 2, 657 mitgetheilt. Mikroskopisch erweisen sich dieselben als Aggregate von feingestreiftem Plagioklas mit kleinen körnigen Massen, welche der Verf. für Anorthit erklärt.

Die Hornblende des einen dieser Gänge bildet dunkelgrüne grosse Krystalle vom spec. Gew. 3,112 und mit einem Spaltungsprisma von 55^0 33′; sie lieferte folgende Zahlen:

SiO_2	45,87
Al_2O_3	8,78
FeO*)	14,15
MnO	0,13
CaO	9,82
MgO	14,40
K_2O	0,82
Na_2O	1,43
H_2O	2,30
	97,70

Der grasgrüne, blättrige Diallag des andern Ganges, spec. Gew. 2,965, gab:

SiO_2	50,23
Al_2O_3	5,85
FeO*)	5,22
CaO	11,23
MgO	21,59
K_2O	1,20
Na_2O	0,58
H_2O	4,17
	100,07

Beide letzteren Mineralien sind bereits etwas zersetzt, die Hornblende mehr als der Diallag.

*) Kein Fe_2O_3? Der Ref.

Digitized by Google

Ebenfalls auf der Insel Baltá findet sich ein Gang von olivengrünem Amianth von der Zusammensetzung:

SiO_2	56,15
Al_2O_3	1,54
Fe_2O_3	0,39
FeO	3,11
MnO	0,77
CaO	11,72
MgO	22,46
K_2O	0,19
Na_2O	0,69
H_2O (und F)	2,50
	99,52
Spec. Gew.	2,949

Daneben kommt eine blassgrüne blättrige, dem Antigorit ähnliche Varietät (spec. Gew. 2,957) vor, welche ergab:

SiO_2	55,73
Al_2O_3	0,04
FeO	5,20
MnO	0,01
CaO	13,24
MgO	22,70
K_2O	0,14
Na_2O	1,12
H_2O	2,44
	100,62

Durch Aufnahme von Wasser, Abnahme des Kalkes u. s. w. gehen obige Substanzen über in Serpentin, von welchem zwei Varietäten analysirt wurden; I ist noch deutlich faserig, II mehr ein eigentlicher Serpentin.

	I	II
SiO_2	50,19	50,08
Al_2O_3	2,10	1,88
FeO	4,39	6,09
MnO	0,01	0,23
CaO	5,07	0,86
MgO	29,23	31,57
Na_2O	0,74	0,34
H_2O	8,50	9,30
	100,23	100,34

Schön grün gefärbter Epidot, dessen Krystalle, in körnigen Quarz eingewachsen, sich im südlichen Theile der Insel (Great-Geo) finden, hat folgende Zusammensetzung:

Digitized by Google

SiO_2	38,75
Al_2O_3	27,00
Fe_2O_3	7,90
FeO	1,84
MnO	0,50
CaO	20,38
MgO	0,79
K_2O	0,25
Na_2O	0,21
H_2O	2,38
	99,97

Auf der südlich von Unst gelegenen Insel Haaf-Grunay kommt ein gelber Serpentin vor, dessen Analyse folgende Zahlen lieferte:

SiO_2	44,00
FeO	6,29
Fe_2O_3	0,11
Cr_2O_3	Spur
MgO	36,71
Na_2O	Spur
H_2O	13,20
	100,31

In diesem Serpentin findet sich Brucit und Pyroaurit; letzterer, bisher in Grossbritannien noch nicht beobachtet, ist sehr ähnlich dem Hydrotalcit, weiss, perlmutterglänzend und etwas fasrig. Er ist folgendermassen zusammengesetzt:

Fe_2O_3	22,13	22,45	23,62
MgO	37,80	37,57	36,85
CO_2	1,02	1,03	—
H_2O	39,27	39,51	40,02
	100,22	100,56	100,49

Die Substanz ist selbst in Weissglühhitze unschmelzbar, aber das Pulver wird durch das Glühen chocolatbraun und stark magnetisch. Da für dieses Vorkommen somit die gelbe Farbe nicht, wie bei den von Igelström beschriebenen aus Wermland, charakteristisch ist, so schlägt der Verf. dafür den Namen »Igelströmit« vor.

Dolomit von der Ostküste von Haaf-Grunay; lose zusammenhängendes Aggregat kleiner glänzender Körner; spec. Gew. 2,84.

$CaCO_3$	53,80
$MgCO_3$	44,85
$FeCO_3$	0,77
$MnCO_3$	0,08
SiO_2	0,87
Al_2O_3	Spur
	100,37

Von der Insel Fetlar analysirte der Verf. folgende Mineralien:

Digitized by Google

Kaolin von Mouwick in Lambhoga:

SiO_2	46,15
Al_2O_3	38,35
Fe_2O_3	0,88
MnO	0,38
CaO	0,60
MgO	0,69
H_2O	13,08 (1,00 hygroskopisch).
	100,13

Margarodit, in sehr fein vertheiltem Zustande mit dem vorigen gemengt, wurde durch Schlämmen getrennt:

SiO_2	50,77
Al_2O_3	31,71
Fe_2O_3	1,31
MnO	0,23
CaO	0,95
MgO	0,77
K_2O	5,11
Na_2O	0,53
H_2O	7,97
	99,35

Schwarzer Magneteisensand von Loch of Trista:

Fe_2O_3	56,69
Cr_2O_3	17,53
FeO	15,55
MnO	0,60
CaO	1,29
MgO	3,90
SiO_2	5,10
	100,66

Da bei der Eisenoxydulbestimmung stets ein beträchtlicher Theil des Erzes ungelöst blieb, so ist die für FeO angegebene Zahl sicher zu niedrig.

Schwarze Hornblende in grossen Krystallen mit Anorthit, dessen Analyse bereits d. Zeitschr. **2**, 659, mitgetheilt worden ist, einen Diorit bildend; spec. Gew. 3,09.

SiO_2	41,63
Al_2O_3	11,63
Fe_2O_3	1,85
FeO	8,95
MnO	0,31
CaO	9.25
MgO	18,51
K_2O	0,63
Na_2O	1.22
H_2O	5,40
	99,38

Zwei Varietäten von grüner Hornblende, welche kleinkrystallinische schiefrige Gesteine bilden, lieferten:

Digitized by Google

	I.	II.
SiO_2	56,92	56,10
Al_2O_3	0,22	1,07
FeO	4,65	5,02
Fe_2O_3	—	0,40
MnO	0,08	Spur
CaO	12,32	12,11
MgO	22,08	22,88
Alkalien	Spur	Na_2O: 0,31
H_2O	3,40	2,80
	99,67	100,69

Chrysotil von Hesta an der Ostseite von Fetlar, (woselbst sich im Chloritschiefer auch schöne Quarzkrystalle mit vertieften Flächen finden):

SiO_2	39,73
Al_2O_3	0,10
FeO	2,92
MgO	41,61
H_2O	15,66
	100,02

Die benachbarte Insel Yell besteht aus Gneiss, welcher zahlreiche Ikositetraëder von rothem Granat enthält; dieselben haben das spec. Gew. 3,997 und folgende Zusammensetzung:

SiO_2	37,30
Al_2O_3	21,10
Fe_2O_3	7,47
FeO	24,02
MnO	2,14
CaO	4,43
MgO	3,53
	99,99

Ref.: P. Groth.

Digitized by Google

XIX. Ueber den Boracit.

Von

H. Baumhauer in Lüdinghausen.

(Mit Taf. VIII und IX).

Nachdem E. Geinitz in seiner Arbeit »Studien über die Mineral-Pseudomorphosen«*) gezeigt hatte, dass auch die frische Boracitsubstanz doppelbrechend sei, und somit die Annahme von Des Cloizeaux, der Boracit sei an sich isotrop, enthalte aber Lamellen einer doppelbrechenden Substanz eingelagert, zur Erklärung der optischen Eigenschaften des genannten Minerals nicht ausreiche, gelangte bekanntlich in neuester Zeit Mallard**) zu der Ansicht, der Boracit sei rhombisch, und jeder Krystall zusammengesetzt aus zwölf Individuen. Jeder Theilkrystall habe die Form einer Pyramide, deren Spitze in der Mitte des ganzen Krystalles liege, und deren Basis eine Fläche des Rhombendodekaëders sei. Die Hemiëdrie erklärte Mallard durch einen Hemimorphismus der Einzelindividuen nach der Brachydiagonale.

Ich habe nun eine Untersuchung des Boracits mit Hülfe der Aetzmethode unternommen unter gleichzeitiger Berücksichtigung des optischen Verhaltens und gelangte dabei, wie ich vorläufig bemerken will, zu dem Resultate, dass der Boracit in der That rhombisch ist, dass jeder Krystall im Falle der grössten Complication aus sechs Einzelindividuen besteht, und dass die tetraëdrische Hemiëdrie eine Folge der Zwillingsverwachsung nach den Flächen der Pyramide ist, welche letztere von acht Dodekaëderflächen gebildet wird. Der Unterschied zwischen der Auffassung Mallard's und der meinigen wird im Laufe der folgenden Darstellung noch ersichtlicher werden. Bei der Beschreibung meiner Versuche und bezüglichen Beobachtungen werde ich vorläufig die bisherige Bezeichnung der Flächen als solcher des Würfels, Dodekaëders etc. beibehalten. Zunächst

*) N. Jahrbuch f. Mineralogie etc. 1876, S. 488.

**) Explicat. des phénomènes optiques anomaux etc. — Annales des mines, t. X, 1876, p. 89. — Diese Zeitschr. I, 312.

Digitized by Google

sei noch erwähnt, dass ich schon früher (Jahrb. f. Min. etc. 1876, S. 607), einmal Aetzversuche am Boracit anstellte, damals freilich in der Absicht, denselben auf das Vorhandensein einer angeblichen Tetartoëdrie zu prüfen. Ich fand, dass die durch Kochen mit Salzsäure erhaltenen Eindrücke auf $+\frac{O}{2}$ drei- und gleichseitig sind, und dass ihre Begrenzungslinien den Combinationskanten $+\frac{O}{2} : \infty O$ parallel gehen. Auch auf den Würfel- und Dodekaëderflächen beobachtete ich schon damals Eindrücke, welche nicht auf Tetartoëdrie, sondern nur auf tetraëdrische Hemiëdrie hinwiesen. Eine eingehende Untersuchung, namentlich von ganz frischen und klaren Krystallen, hatte ich nicht vorgenommen.

Diesmal stellte ich jedoch den grössten Theil meiner Beobachtungen an zwar kleinen, aber völlig unzersetzten und durchsichtigen Krystallen von Lüneburg an. Ich werde im Folgenden zuerst die ungeätzten, hierauf die an geätzten Krystallen resp. Schliffen im gewöhnlichen und im polarisirten Lichte auftretenden Erscheinungen schildern, um schliesslich eine die Einzelheiten umfassende und verbindende Deutung zu versuchen.

a) Ungeätzte Krystalle:

Die Tetraëderflächen sind an den von mir untersuchten kleinen Lüneburger Krystallen matt, die Würfel- und Dodekaëderflächen zeigen hingegen bedeutenden Glanz. Während u. d. M. die kleineren Flächen von $-\frac{O}{2}$ mit unregelmässigen Unebenheiten bedeckt erscheinen, findet man auf den grösseren von $+\frac{O}{2}$ häufig solche von rechteckiger Form und in regelmässiger Anordnung, wobei jedoch zu bemerken ist, dass die neben einanderliegenden Unebenheiten, wenn auch in der Regel, so doch nicht ausnahmslos nach derselben Seite in die Länge gezogen sind. Sie liegen stets so, dass zwei ihrer Seiten einer Höhenlinie der von Dodekaëderflächen umschlossenen Tetraëderfläche parallel gehen. Solcher Anordnungen giebt es natürlich drei, indess kommen manchmal auf einer Tetraëderfläche nur deren zwei vor (Fig. 6). Zuweilen (bei grösseren Krystallen) zeigen die Unebenheiten die Form gerader Trapeze (Fig. 4); die Anordnung ist aber die nämliche. Auch die sonst glatten Haupttetraëderflächen der kleinen Boracite von Stassfurt weisen u. d. M. ähnliche nach drei Richtungen gelagerte Unebenheiten auf, welche jedoch ausserordentlich klein sind. Die hierdurch gebildeten Felder der Flächen von $+\frac{O}{2}$ sind nun scharf von einander getrennt. Sie besitzen zudem ihre besonderen Auslöschungsrichtungen, nämlich parallel den Seiten der erwähnten rechteckigen Unebenheiten resp. parallel und senkrecht zu einer Höhenlinie des Dreiecks. Für den

Digitized by Google

Fall der gleichmässigsten Vertheilung würde jede Fläche von $+\frac{O}{2}$ in drei deltoidische Sectoren zerfallen, deren Auslöschungsrichtungen unter einander Winkel von 60° resp. 120° bildeten. Dies giebt auch Mallard an, und zwar nicht nur für die Flächen von $+\frac{O}{2}$, sondern auch für diejenigen von $-\frac{O}{2}$. Die begrenzenden Flächen sind aber bei ihm nicht diejenigen des Dodekaëders, sondern die des Würfels.

Oft ist die Zusammensetzung einer Tetraëderfläche sehr complicirt, wofür Fig. 5 einen Beleg giebt. Dieselbe stellt einen nicht sehr dünnen Schliff parallel $+\frac{O}{2}$ dar. Rings um $+\frac{O}{2}$ wechseln $\infty O(g)$ und $\infty O\infty(w)$ ab, zugleich treten 5 Flächen von $+\frac{5O\frac{5}{3}}{2}(h)$ auf. Diese Platte verdient eine genauere Betrachtung. Sie zeigt zwar nicht überall deutlich ausgebildete Unebenheiten (die Figur ist in dieser Hinsicht stellenweise ideal gehalten), ebenso wenig überall vollkommene Auslöschung, da sie absichtlich nicht zu dünn geschliffen wurde, andererseits gestattet sie aber für die wichtigeren Stellen eine sichere Orientirung, und, was von besonderer Bedeutung ist, die Verfolgung der verschiedenen Felder und Streifen auf die benachbarten Würfel- und Dodekaëderflächen. Um auch auf diesen wenigstens eine unvollkommene Auslöschung zu erhalten, wurde der Schliff der Reihe nach so auf dem Objectglase befestigt, dass jedesmal eine der genannten Flächen horizontal zu liegen kam. Auf diese Weise konnte ich wenigstens ermitteln, ob die Auslöschung zu den Kanten $o \mid g$ resp. $o \mid w$ parallel oder schief gelegen war.

Was zunächst die Grenze zwischen den einzelnen Theilen auf o betrifft, so geht dieselbe parallel einer Höhenlinie, wenn die an ihr zusammenstossenden rechteckigen Unebenheiten nach einer solchen Linie symmetrisch liegen, sie geht aber parallel einer Dreiecksseite, wenn diese für die betreffenden Unebenheiten die Symmetrielinie bildet. Nur im ersteren Falle ist die Grenze als solche im gewöhnlichen Lichte sichtbar; die Grenzlinien parallel $o \mid g$ treten erst im polarisirten Lichte scharf hervor. Die Fortsetzung dieser Zwillingsgrenzen (denn als solche sind sie, wie sich aus dem Folgenden immer bestimmter ergeben wird, zu bezeichnen) auf die benachbarten Dodekaëderflächen ist schon im gewöhnlichen Lichte u. d. M., namentlich bei etwas schräger Beleuchtung, ohne Schwierigkeit zu ermitteln, während man für die Würfelflächen polarisirtes Licht zu Hülfe nehmen muss. Die auf $+\frac{O}{2}$ einer Höhenlinie parallelen Grenzen setzen auf den Dodekaëderflächen senkrecht zur Kante $o \mid g$ fort, die einer Drei-

Digitized by Google

eckseite parallelen hingegen in der Richtung einer Combinationskante $h \mid g$. Auf g sind nun zweierlei Flächentheile zu unterscheiden: 1) solche mit gegen $g \mid o$ (unter cc. 45°) geneigten Auslöschungsrichtungen; dieselben sind in der Figur weiss gelassen, 2) solche, deren Auslöschungsrichtungen parallel und senkrecht zur Kante $g \mid o$ liegen. Letztere sind in Fig. 5, soweit sie in der oben angegebenen Weise zu ermitteln waren, punktirt gezeichnet. Die ersteren Flächentheile liegen unter solchen Stellen von o, deren rechteckige Unebenheiten schräg zur betreffenden Kante $g \mid o$ angeordnet sind, — die anderen unter denjenigen Theilen von o, wo die Seiten der Unebenheiten parallel und senkrecht zur Kante $g \mid o$ liegen. Wie die drei Dodekaëderflächen zeigen, kann die Zusammensetzung derselben eine sehr complicirte sein, indem häufig Theile mit schräger Auslöschung unter einander oder mit solchen mit gerader Auslöschung abwechseln, wodurch auch die Bildung von Lamellen und spiessähnlichen Einlagerungen, ja sogar eine gitterartige Durchkreuzung hervorgerufen werden kann.

Auf den Würfelflächen des in Fig. 5 dargestellten Schliffes sind ebenfalls zweierlei Flächentheile zu unterscheiden: 1) solche mit zur Kante $w \mid o$ (unter 45°) geneigten Auslöschungen, welche in der Figur weiss gelassen sind, und 2) solche, deren Auslöschungsrichtungen parallel und senkrecht zur Kante $w \mid o$ liegen. Letztere sind punktirt gezeichnet. In Bezug auf die Lage dieser Flächentheile zu den Unebenheiten der anstossenden Theile von o gilt dasselbe, was für die Dodekaëderflächen angegeben wurde. Die Zwillingsgrenzen verlaufen auf den Würfelflächen genau oder ungefähr in der Richtung der Kante $\infty O \infty : -\frac{O}{2}$.

Betrachtet man ganze Krystalle unter dem Mikroskop, so kann man oft, da nur gewöhnliches Licht anzuwenden ist, die deutlich ins Innere sich fortsetzenden Zwillingsgrenzen nur stellenweise beobachten. Dies gilt für die in Fig. 4 und 6 zum Theil abgebildeten Krystalle, welche nicht zu Platten verschliffen wurden. Man sieht an beiden auf einer g-Fläche sehr deutlich die zu $g \mid o$ senkrecht verlaufende Zwillingsgrenze. Die zu beiden Seiten derselben gelegenen Flächentheile besitzen nach dem Gesagten Auslöschungen, welche gegen die Kante $g \mid o$ geneigt sind. Die Fortsetzung der Zwillingsgrenze auf eine zweite Dodekaëderfläche konnte ich nicht beobachten. Bei dem in Fig. 4 abgebildeten Krystalle finden sich auf der unten gelegenen Fläche g noch eingelagert schmale Theile, welche im Dünnschliffe Auslöschungen parallel und senkrecht zur Kante $g \mid o$ zeigen würden. Solche schmale spiessähnliche Einlagerungen beobachtet man an klaren Krystallen auf den Dodekaëderflächen sehr häufig. Sie sind aber, wie die Betrachtung von Fig. 5 und die noch später anzuführenden Thatsachen unzweifelhaft ergeben, nur auf Zwillingsbildung zurückzuführen, da sich alle Uebergänge von breiteren und tiefer in den Krystall eindrin-

Digitized by Google

genden bis zu diesen schmalen und dünnen Partieen anders gelagerter Substanz vorfinden.*) Sollen aber auch die letzteren zwischen gekreuzten Nikols deutliche Auslöschungen zeigen, so müssen die Schliffe ausserordentlich dünn sein, was zu erreichen nicht immer gelingt. Ueberhaupt sind in den Krystallen des Boracits in der Regel so viele zu einander in Zwillingsstellung befindliche Theile verbunden, dass nur ganz dünne Schliffe im polarisirten Lichte die einzelnen Theile bestimmt erkennen lassen. Diess ist indessen nicht so zu verstehen, als ob eine eigentliche Vermischung der verschiedenen Einzelindividuen in dem Sinne, wie sie Mallard bei manchen anderen Körpern annimmt, stattfände; im Gegentheil sind dieselben stets scharf von einander geschieden, eine Thatsache, die namentlich aus der Betrachtung der Oberfläche geätzter Krystalle unzweifelhaft hervorgeht.

An besonders zu diesem Zwecke hergestellten Schliffen habe ich mich noch davon überzeugt, dass auf den Dodekaëderflächen die Auslöschungsrichtungen der verschiedenen Theile wirklich die bei Besprechung des in Fig. 5 dargestellten Schliffes angegebene Lage haben. Es stimmt dies auch mit den bezüglichen Angaben Mallard's überein. So relativ einfach freilich, wie Mallard die Zusammensetzung der Dodekaëderflächen schildert (dieselben zeigen nach ihm bei Herstellung eines Schliffes in einiger Entfernung von der Mitte des Kr. im parallelen polarisirten Lichte zwei parallele und concentrische Rhomben von 109° 28′ mit Auslöschungen parallel den Diagonalen resp. den Kanten $g \mid o$ und $g \mid w$, vier trapezförmige Theile mit gleichen und gegen diejenigen der Rhomben um 45° gedrehten Auslöschungsrichtungen, sowie zwei seitliche dreieckige Sectoren mit Auslöschungen parallel $g \mid o$ und $g \mid w$), fand ich dieselbe nicht, wobei ich allerdings bemerken muss, dass bei meinen Schliffen stets die betreffende Dodekaëderfläche selbst erhalten blieb. Es wird sich jedoch aus den noch zu besprechenden Beobachtungen an geätzten Platten ergeben, dass die Granatoëderflächen wirklich aus dreierlei Theilen bestehen können.

An einzelnen Krystallen mit sehr glänzenden Dodekaëderflächen konnte ich auf letzteren, da, wo eine zu $g \mid o$ vertikale Zwillingsgrenze hergeht, im reflectirten Lichte eine zarte Einbiegung wahrnehmen, welche indess nicht als einspringender Winkel aufzufassen ist. —

Was die Würfelflächen im Allgemeinen betrifft, so fand ich an dünnen nach solchen angefertigten Schliffen, welche meist der Oberfläche des Krystalles entnommen waren, dass darauf (wie schon für Fig. 5 angegeben) zweierlei Theile zu unterscheiden sind. Die Auslöschungsrichtungen derselben liegen parallel den Seiten oder den Diagonalen der Würfelfläche.

*) Damit ist nicht gesagt, dass im scheinbar frischen Boracit überhaupt keine secundären nadelförmigen Gebilde auftreten. Die von mir untersuchten kleinen klaren Krystalle von Lüneburg zeigen indess solche »Parasitnadeln« nicht, während dieselben in den Stassfurter Würfelchen vorhanden sind.

Digitized by Google

Ferner beobachtete ich, dass in der Regel die Grenzen beider ungefähr in der Richtung der Kante $\infty O \infty \mid -\frac{O}{2}$ verlaufen, freilich nicht geradlinig, wie häufig die Zwillingsgrenzen auf ∞O, sondern unregelmässig gekrümmt. Niemals fand ich in den Schliffen parallel $\infty O \infty$ Theile, welche zwischen gekreuzten Nikols in jeder Lage ganz gleichmässig dunkel blieben. Manchmal ist allerdings die Aufhellung bei denjenigen Partien, deren Auslöschungsrichtungen parallel $w \mid g$ gehen, gering, (was ich namentlich an einer Stelle eines Schliffes aus einem Kr. von Stassfurt beobachtete, der sonst aber deutlich Theile beiderlei Art mit den charakteristischen Auslöschungsrichtungen zeigte), meist jedoch sehr bestimmt wahrnehmbar. Jedenfalls müssen die Schliffe, wenn sie die häufig recht complicirte Zusammensetzung der Fläche überall mit Sicherheit erkennen lassen sollen, besonders dünn sein.

Auf einer sehr glänzenden Würfelfläche konnte ich im reflectirten Lichte feine streifenähnliche Unebenheiten beobachten, welche ungefähr parallel $\infty O \infty \mid -\frac{O}{2}$ verlaufend gewiss gleichfalls auf Zwillingslamellen zurückzuführen sind.

b) Geätzte Krystalle.

Von grossem Nutzen bei Ermittelung der Struktur der Boracitkrystalle ist die Aetzung derselben. Sie macht einerseits die durch ihre Löslichkeit im Aetzmittel sich unterscheidenden Theile einer Fläche und damit auch die Zwillingsgrenzen sowie deren Verlauf auf benachbarten Flächen recht gut sichtbar, anderseits ermöglicht sie aus der Art der auftretenden Aetzfiguren einen Schluss hinsichtlich der Symmetrie der betreffenden Flächen. Bei meinen Versuchen bediente ich mich einer verdünnten Mischung von Salzsäure und Schwefelsäure, in welcher ich die Krystalle so lange kochte, bis u. d. M. deutliche Aetzeindrücke zu erkennen waren.

Auf den Tetraëderflächen zeigen sich dreiseitige gleichseitige Eindrücke, deren Seiten den Kanten $o \mid g$ resp. $o' \mid g$ parallel gehen (Fig. 1). Dieselben besitzen auf den verschiedenen Theilen der Tetraëderflächen gleiche Gestalt und Lage, woraus, wie ja auch aus den schon oben angeführten Thatsachen hervorgeht, dass diese Theile gleicher Art, aber um 120^0 gegen einander gedreht sind. Die Aetzung kann desshalb die Zwillingsgrenzen auf den Tetraëderflächen nicht wesentlich deutlicher machen. Die Flächen von $-\frac{O}{2}$ werden von dem Aetzmittel bedeutend stärker angegriffen, als diejenigen von $+\frac{O}{2}$, und zwar so, dass die einzelnen Eindrücke daselbst sich fadenförmig in die Masse des Krystalls fortsetzen und diese dadurch trüb bis undurchsichtig machen. Diese stärkere Corrosion erstreckt sich auch auf die zunächst benachbarten Theile der umliegenden

Digitized by Google

Dodekaëder- und Würfelflächen, ein Umstand, der häufig bei der Untersuchung solcher Theile im durchfallenden Lichte störend wirkt. In derartigen Fällen ist es manchmal zweckmässig, die Beobachtungen im auffallenden Lichte anzustellen.

Ganz anders wie die Flächen der beiden Tetraëder verhalten sich die des Dodekaëders gegen Aetzung. Sie werden, wie man sehr bestimmt erkennen kann, nicht überall gleichmässig angegriffen, sondern zerfallen in verschiedene Theile, wovon jeder mit besonderen charakteristischen Aetzeindrücken bedeckt ist. Man unterscheidet deren bald dreierlei. Zunächst fallen ins Auge Grenzen resp. Streifen parallel den Kanten $g \mid h$ (Fig. 7 u. 8). Dieselben schliessen diejenigen Flächentheile ein, welche am stärksten vom Aetzmittel angegriffen wurden und desshalb am tiefsten liegen. Betrachtet man einen zu ∞O parallelen und geätzten Schliff im parallelen polarisirten Lichte, so erkennt man gleich, dass (wie in Fig. 7 und 8 durch Kreuze angedeutet ist) die erwähnten tiefer liegenden und in den Figuren dicht punktirten Theile dann auslöschen, wenn die Kanten $g \mid o$ oder $g \mid w$ der Polarisationsebene eines der gekreuzten Nikols parallel liegen. Sie stimmen also hierin mit den in Fig. 5 ebenfalls dicht punktirten Theilen der Flächen g überein, wie sie ja auch gleiche Begrenzungslinien zeigen. Zuweilen treten ganz schmale und dünne Lamellen (Nadeln) dieser Art auf, welche wegen ihrer geringen Dicke — sie sind der andersartigen Krystallsubstanz aufgelagert — keine Auslöschung zeigen. Selten erscheinen solche, welche zu einer Kante $h \mid g$ senkrecht liegen (s. Fig. 7 bei s). Diese (zuweilen, wenigstens stellenweise, auch unregelmässig begrenzten) am stärksten angegriffenen Theile der Dodekaëderflächen weisen Aetzfiguren auf, wie sie in Figur 8 bei β dargestellt sind. Dieselben besitzen die Form eines geraden Trapezes mit langgestreckten Grundlinien, welche der Kante $g \mid o$ parallel gehen, und deren grösste dieser Kante zugekehrt ist. Häufig sind die Eindrücke noch schmäler, so dass sie linienförmig erscheinen; fast ohne Ausnahme sind sie von so charakteristischer Ausbildung, dass man u. d. M. an ihnen die betreffenden Flächentheile sofort erkennen kann.

Noch häufiger als diese Theile treten auf den Dodekaëderflächen solche auf, deren Auslöschungsrichtungen unter 45° gegen die Kante $g \mid o$ geneigt sind. Dieselben berühren die eben beschriebenen in Linien parallel $h \mid g$, allein auch sie sind nicht immer einheitlich, sondern es begrenzen in der Regel mehrere derartige Theile einander senkrecht zur Kante $g \mid o$ resp. parallel $g \mid w$. Solche bandenförmig auftretenden und zu einander in Zwillingsstellung befindlichen Partien herrschen häufig gegen die erst beschriebene bedeutend vor (s. Fig. 8). Vergleicht man wieder Fig. 5, so findet man daselbst auf den Dodekaëderflächen ähnliche Verhältnisse. Auch die unteren g-Flächen in Fig. 4 u. 6 zerfallen in zwei Theile, die sich

Digitized by Google

senkrecht zu $g \mid o$ begrenzen. Die auf solchen Theilen zu beobachtenden Aetzfiguren, welche in Fig. 8 bei α und α' wiedergegeben sind, besitzen fast stets eine rechteckige Gestalt, sie erscheinen aber bei vollkommener Ausbildung ebenso wie die mit β bezeichneten Eindrücke nur nach rechts und links, nicht aber nach oben und unten symmetrisch.

Für die in Fig. 8 mit ? bezeichnete Stelle gelang es mir nicht, die sehr verwickelte Zusammensetzung vollkommen zu entziffern, indem daselbst die verschiedenen Theile einander zu vielfach überlagern.

Während die Figuren 7 und 8 solche geätzte Schliffe nach ∞O darstellen, bei welchen nur die an $o = +\frac{O}{2}$ (also oben) liegende Flächenhälfte erhalten blieb, ist in Fig. 9 eine vollständige, rings von o, g, w u. o' $\left(-\frac{O}{2}\right)$ begrenzte und geätzte Dodekaëderfläche (gleichfalls ein Schliff) abgebildet. Die untere Hälfte der Fläche ist mehr oder weniger dunkel gehalten. Es soll dadurch angedeutet sein, dass dieselbe u. d. M. in entsprechendem Grade weniger durchsichtig erscheint, weil daselbst die Aetzeindrücke, wie es in der Umgebung einer negativen Tetraëderfläche der Fall zu sein pflegt, sich tiefer in die Krystallmasse fortsetzen und diese dadurch stärker corrodiren. Diejenigen Theile, welche in der Richtung der Kante $g \mid o$ auslöschen, sind wieder, wie in Fig. 7 und 8, dicht punktirt. In und links neben ihnen, die obere Hälfte des Schliffes fast ganz einnehmend, liegen Theile mit unter 45° gegen $g \mid o$ geneigten Auslöschungen. Sieht man von ein paar derartigen spitz zulaufenden und demnach in der Fläche endigenden sowie von dem grössten Theile der dunkler gehaltenen Partien ab, so zerlegt eine vertikale Grenzlinie die Fläche von o bis o', in zwei Hälften, indem unten dicht an o', wie die Figur zeigt, wieder zwei ungefähr dreieckige Abschnitte mit um 45° gegen $g \mid o'$ geneigten Auslöschungen zum Vorschein kommen. Die mit x bezeichneten, theils unregelmässig, theils parallel $g \mid o$ und $g \mid g$ begrenzten Stellen aber, welche eine dritte Art von mit denen des Dodekaëders zusammenfallenden Flächen repräsentiren, sowie die wohl mit ihnen identischen stärker corrodirten Flächentheile (mit Ausnahme der beiden dreieckigen Abschnitte) zeigen zwischen gekreuzten Nikols keine Auslöschung, sie stellen also nur ganz dünne Lagen dar, welche die untere andersartige Masse des Schliffes bedecken. Indess ergab sich aus Beobachtungen an einem anderen Schliffe mit Bestimmtheit, dass die Auslöschungsrichtungen dieser Theile parallel $g \mid o$ und $g \mid w$ gehen, also gerade wie bei den punktirten Partien. Die in Rede stehenden Stellen sind ebenfalls gegen diejenigen mit schiefer (d. h. gegen $g \mid o$ um 45° gedrehter) Auslöschung vertieft, aber in geringerem Grade wie die punktirten. Sie besitzen auch eigenartige Aetzeindrücke (in den Figuren mit γ bezeichnet) von der Form eines geraden Trapezes, welche

Digitized by Google

jedoch nicht so langgestreckt sind, wie die mit β bezeichneten Vertiefungen, und ihre grössere Grundlinie nicht nach $g \mid o$, sondern nach $g \mid o'$ wenden. Sie sind nach rechts und links, nicht aber nach oben und unten (in der Richtung von o nach o') symmetrisch. Von ihnen bedeckte Flächentheile finden sich auf g häufig, besonders in der Nähe der Kante $g \mid o'$. Oft erstrecken sie sich über einzelne vertikale Grenzen, wo Theile mit schiefer Auslöschung zusammentreffen (s. Fig. 9, bei x rechts). Allein an solchen Stellen schimmern jene Grenzen nur durch, kommen aber nicht bis an die Oberfläche, wie man bei mikroskopischer Betrachtung der geätzten Fläche im reflectirten Lichte sehen kann. Aus dem Gesagten geht hervor, dass die Dodekaëderflächen des Boracits in Wirklichkeit dreierlei Art sind, und dieses Resultat stimmt auch im Wesentlichen mit der erwähnten Angabe von Mallard überein. Zugleich sieht man aber an den wenigen in den Figuren 7, 8 und 9 dargestellten Fällen, dass die Zusammensetzung der genannten Flächen, welche durch die Aetzung besonders deutlich zur Erscheinung gebracht wird, in der Regel eine sehr complicirte ist und sich nicht durch ein einfaches Schema wiedergeben lässt.

Recht bestimmt treten auch auf den Würfelflächen nach dem Aetzen verschiedenartige Theile hervor. Die genannten Flächen zeigen nämlich oft, wenn auch nicht ausnahmslos, lamellenartige Steifen, meist in der Richtung der Kante $w \mid o'$ angeordnet und mit eigenartigen Aetzeindrücken bedeckt. Diese Aetzfiguren (δ) besitzen quadratische Form, während die Vertiefungen (ε) auf der eigentlichen Fläche rhombisch gestaltet sind, wobei die grösste Diagonale der Rhomben parallel zur Kante $w \mid o$ liegt. Die mit den quadratischen Aetzeindrücken bedeckten Lamellen sind vom Aetzmittel am stärksten angegriffen und liegen desshalb gegen die übrige Fläche vertieft.

Am deutlichsten nahm ich die beschriebene Zusammensetzung der Würfelflächen sowie die Aetzfiguren an einem schon früher geätzten grösseren Krystalle von Lüneburg wahr, wobei ich mich wegen der Undurchsichtigkeit desselben auffallenden Lichtes bediente. Eine solche Würfelfläche ist in Fig. 11 abgebildet. Hier finden sich die parallel der Kante $w \mid o'$ eingeschalteten Lamellen in verhältnissmässig grosser Zahl. Weniger zahlreich, jedoch ebenfalls sehr bestimmt treten dieselben an den kleineren klaren Krystallen auf, auch konnte ich bei diesen die quadratischen Aetzeindrücke nur in einzelnen Fällen so scharf erhalten, wie bei dem erwähnten grösseren Krystalle. Sie sind hier mehr gerundet, ebenso die rhombischen Vertiefungen, welche letztere dadurch eine dem Durchschnitt einer Linse ähnliche Form zeigen. Trotzdem ist es fast ohne Ausnahme leicht, sofort beiderlei Aetzfiguren und Flächentheile zu erkennen resp. von einander zu unterscheiden. Eine geätzte Würfelfläche eines kleinen Krystalles mit verhältnissmässig vielen Lamellen resp. Zwillingstheilen

Digitized by Google

zeigt Fig. 12. An dem betreffenden Schliffe kann man bestimmt wahrnehmen, dass bei a und b die Auslöschungsrichtungen annähernd parallel $w \mid g$ gehen, wenn es auch nicht möglich war, die Platte so dünn zu schleifen, dass dies an allen punktirten Stellen zu erkennen ist. Es findet eben eine Ueberlagerung der verschiedenen Theile in sehr dünnen Schichten statt. Neben den genannten Auslöschungsrichtungen sind noch (offenbar zu den anderen Flächentheilen gehörend) solche parallel und senkrecht zu $w \mid o$ vorhanden. —

Nachdem wir die Beschaffenheit der natürlichen sowie der geätzten Flächen des Boracits kennen gelernt, handelt es sich darum, den Zusammenhang der verschiedenartigen Theile benachbarter Flächen festzustellen. Das oben Gesagte sowie die besprochenen Figuren geben zwar hierfür schon Anhaltspunkte genug, indess habe ich in Fig. 10 noch einen Theil eines geätzten Krystalles gezeichnet, an welchem sich sehr gut der Uebergang einer Lamelle von einer Würfelfläche auf eine Dodekaëderfläche verfolgen lässt. Eine andere Lamelle setzt von der Würfelfläche direct auf eine Oktaëderfläche fort, tritt aber daselbst nicht deutlich gegen ihre Umgebung hervor, weil ja die Beschaffenheit der die Oktaëderflächen zusammensetzenden Theile nach dem Aetzen dieselbe ist. Bemerkenswerth ist noch, dass die Kanten $w \mid g$ und $w \mid o$ da, wo die Lamellen über sie gehen, vom Aetzmittel stärker angegriffen sind, als an den davon freien Stellen. Man sieht an Fig. 10, dass die mit quadratischen (resp. daraus hervorgegangenen grösseren rundlichen) Eindrücken versehenen und tiefer liegenden Partien der Würfelfläche sich auf der anstossenden Dodekaëderfläche als solche fortsetzen, welche mit den längeren trapezförmigen Aetzfiguren (β) bedeckt und gleichfalls stärker als ihre Umgebung angegriffen sind. Anderseits stossen die Theile von w, welche rhombische (seitlich abgerundete) Eindrücke tragen, mit denjenigen von g zusammen, deren Aetzfiguren (α) rechteckig gestaltet sind.

An dem in Fig. 9 dargestellten Schliffe konnte ich u. d. M. wahrnehmen, dass der links oben liegende und mit x bezeichnete Streifen, welcher kürzere trapezförmige Eindrücke (γ) zeigt, an einen mit grösseren rundlichen (ursprünglich quadratischen) Eindrücken bedeckten Theil der anliegenden (als schmaler Streifen erhalten gebliebenen) Würfelfläche stösst.

Was die Beziehungen der Dodekaëderflächen zu den positiven Tetraëderflächen angeht, so machte ich schon darauf aufmerksam, dass diejenigen Theile der letzteren, welche parallel und senkrecht zur anliegenden Kante $o \mid g$ auslöschen, auch in ihrer Fortsetzung auf die Dodekaëderflächen, wo sie parallel $h \mid g$ begrenzt sind, dieselbe Lage der Auslöschungsrichtungen erkennen lassen. Diejenigen Theile von $+\frac{O}{2}$ hingegen, welche, was der normale Fall ist, unter 30° resp. 120° gegen die

Digitized by Google

anliegende Kante $o \mid g$ auslöschen, setzen auf der betreffenden Dodekaëderfläche als gegen diese Kante unter 45° auslöschende und mit rechteckigen Aetzfiguren bedeckte Flächentheile fort. Ganz ähnlich verhalten sich die an einer Kante $o \mid w$ zusammenstossenden Partien der Tetraëder- und Würfelflächen. Entweder liegen auf beiden die Auslöschungsrichtungen parallel und senkrecht zur bezeichneten Kante (normaler Fall), oder sie sind auf o unter 30° resp. 120, auf w unter 45° gegen diese Kante geneigt.

c) Deutung der beschriebenen Erscheinungen.

Was zunächst aus den geschilderten Erscheinungen hervorgeht, ist die Thatsache, dass der Boracit nicht dem regulären, sondern dem rhombischen Krystallsystem angehört. Hiervon ausgehend bin ich nun zu der Ansicht gelangt, dass ein einzelner einfacher Krystall, wie er allerdings in Wirklichkeit nicht vorkommt, die in Fig. 1 abgebildete Gestalt, also auch diejenige der Zwillinge, besitzen würde. Dabei sind aber vier Würfelflächen einer Zone als ∞P zu betrachten, die beiden anderen als oP, zwei vertikale Dodekaëderflächen als $\infty \breve{P} \infty$, zwei andere als $\infty \bar{P} \infty$, die acht übrigen als P. Die Oktaëderflächen zerfallen in vier der Form $2 \bar{P} \infty$ und vier von $2 \breve{P} \infty$. Erstere habe ich in Fig. 1 glatt, letztere matt gezeichnet. Die Aetzfiguren sind den gemachten Beobachtungen entsprechend den einzelnen Flächen aufgezeichnet. Da die Eindrücke auf $\infty \bar{P} \infty$ und $\infty \breve{P} \infty$ einen Hemimorphismus nach der Vertikalaxe (durch den Pfeil angedeutet) verrathen, so stelle ich es auch als möglich hin, dass etwa die oberen Flächen von $2 \bar{P} \infty$ glatt, die unteren derselben Form matt, — die oberen von $2 \breve{P} \infty$ matt, die unteren glatt sind, wobei demnach der Einzelkrystall dem Zwillinge (resp. Sechslinge) äusserlich völlig gleich wäre. Da ich bei der complicirten Zusammensetzung der Krystalle keine Beobachtung zu machen Gelegenheit fand, wonach ich mich für das letztere oder für das in Fig. 1 dargestellte Verhältniss entscheiden könnte, die betreffende Frage auch wenigstens für das Resultat der normalen (gleich zu erläuternden) Zwillingsverwachsung von keinem Belang ist, so kann ich deren Entscheidung wohl vorläufig auf sich beruhen lassen.

Denkt man sich nun sechs Individuen zu einander in der in Fig. 2 abgebildeten Stellung, wobei immer für je zwei eine Fläche von P Zwillingsebene ist — die Lage der Flächen $2 \bar{P} \infty$ ist durch +, die von $2 \breve{P} \infty$ durch — angedeutet, während $\infty \bar{P} \infty$ und $\infty \breve{P} \infty$ weggelassen sind — und hierauf nach innen gleichmässig zu einem Krystall zusammengezogen, so erhält man den in Fig. 3 wiedergegebenen Sechsling. Bei demselben kehren alle Einzelindividuen eine Fläche oP nach aussen, und die Domenflächen ordnen sich zu den scheinbaren Tetraëdern $+\frac{O}{2}$ und $-\frac{O}{2}$.

Wäre die Zwillingsverwachsung eine allseitig gleichmässige (Fig. 3), so würden auf den Flächen $2 \bar{P} \infty$ und $2 \breve{P} \infty$ nur je drei Zwillingsgrenzen

Digitized by Google

nach den Höhenlinien der gleichseitigen Dreiecke, auf den Flächen P nur je eine parallel $P \mid o P$, und auf $o P$ gar keine Grenzlinien auftreten. Dementsprechend würden alle genannten Flächen nur je eine Art von Aetzeindrücken zeigen. In Wirklichkeit machen aber die einzelnen Individuen einander gleichsam den Raum streitig, indem sie, theilweise in sehr dünnen Schichten, einander überlagern und durchdringen, jedoch stets so, dass der Verlauf der neuen Grenzen auf optischem Wege oder durch Aetzung ermittelt werden kann. Nur auf $2\breve{P}\infty$ und $2\check{P}\infty$ bleiben auch dann noch die constituirenden Theile physikalisch gleich, und weisen gleiche Aetzeindrücke auf, auf den übrigen Flächen finden Zusammensetzungen verschiedener Theile statt, wie sie in Fig. 7—12 abgebildet sind und oben näher erörtert wurden. Tritt z. B. das in Fig. 3 mit I bezeichnete Individuum über die (mit a, b, c bezeichnete) Fläche $2\breve{P}\infty$ hinaus bis auf die II und V gemeinsame Pyramidenfläche P, so erscheint es daselbst als $\infty\breve{P}\infty$, bedeckt mit Aetzeindrücken β und begrenzt parallel den Kanten $P \mid h\left(+\frac{5O\frac{5}{3}}{2}\right)$ oder, was dasselbe ist, parallel den Kanten, in welchen die rechts und links oben liegenden Flächen von $2\breve{P}\infty$ die Flächentheile d und e schneiden würden. Im Falle der gleichmässigsten Ausbildung würde demnach I auf P von II und V als Rhombus erscheinen, dessen grösste Diagonale nicht, wie Mallard es zeichnet, parallel $P \mid 2\breve{P}\infty$, sondern parallel $P \mid o P$ liegen würde. Ginge I noch weiter rechts und links auf $o P$ von II und V über, so würde es daselbst (in der Regel) in Form von Streifen parallel $o P \mid 2\breve{P}\infty$ $(w \mid o')$ auftreten, bedeckt mit quadratischen Aetzfiguren δ. Die Trennungsfläche zwischen diesen eingelagerten Theilen von I und den anliegenden von II und V wäre dann im Allgemeinen eine Fläche von $2\breve{P}\infty$, wenn auch die Begrenzung der Streifen auf $o P$ keine vollkommen gradlinige ist.

Treten Theile von III auf die vordere Fläche P von II und V über, so erscheinen sie dort als $\infty\breve{P}\infty$ mit Aetzfiguren γ bedeckt*) und zeigen die aus Fig. 9 ersichtliche Begrenzung, welche wesentlich von derjenigen der Theile von I abweicht. Auf $o P$ von II oder V übergehend tritt III mit einer Fläche ∞P (mit quadratischen Aetzeindrücken) auf. Wechseln auf der vorderen vertikalen Fläche P der Individuen II und V die mit d und e bezeichneten Partieen ab, so entstehen zur Kante $P \mid 2\breve{P}\infty$ senkrechte banden- oder spiessförmige Lamellen, wie sie namentlich die in Fig. 8 abgebildete Fläche zeigt. Fehlte eins der sechs Individuen gänzlich, was ich übrigens nie beobachtete, so würden sich die rings benachbarten vier Individuen in den Raum der Fläche $o P$ desselben theilen und ihn mit ∞P

*) Diese Aetzfiguren zeigen wegen der Zwillingsstellung von III die umgekehrte Lage wie in Fig. 1.

Digitized by Google

ausfüllen, ohne dass im übrigen äusserlich eine Veränderung des ganzen Krystalles wahrzunehmen wäre.

Vergleicht man die obige Deutung der Zusammensetzung der Boracitkrystalle mit der Auffassung Mallard's, so findet man zwischen beiden hauptsächlich folgende Unterschiede:

1) Nach Mallard besteht jeder Boracitkrystall aus zwölf Individuen, von denen allerdings je zwei gegenüberliegende sich in paralleler Stellung befinden. Meiner Ansicht nach sind nur sechs Einzelkrystalle vorhanden, von welchen keiner einem anderen parallel ist. Mallard erklärt die Hemiëdrie des Boracits durch einen Hemimorphismus der einzelnen mit einander verbundenen Individuen in der Richtung der Brachydiagonale, giebt aber kein bestimmtes Zwillingsgesetz an, wonach die Verbindung vor sich gegangen. Nach der oben entwickelten Deutung ist die Hemiëdrie eine Folge des Gesetzes: Zwillingsebene *P*. Zugleich ist noch ein Hemimorphismus der einzelnen Individuen nach der Vertikalaxe anzunehmen, der aber erst aus der Form der Aetzeindrücke erschlossen wurde. Die optische Untersuchung allein würde ihn nicht ermittelt haben.

2) Nach Mallard's Auffassung sind die Dodekaëderflächen als diejenigen des basischen Pinakoides zu betrachten; nur an Schliffen, welche dem Innern des Krystalles entnommen wurden, zeigen dieselben noch andere Theile, sowohl mit denen der ersteren gleichen, als davon verschiedenen Auslöschungsrichtungen. Nach meinen Beobachtungen hingegen sind die natürlichen Dodekaëderflächen bei normaler Ausbildung aus Theilen von Pyramidenflächen (*P*) zusammengesetzt, welche sich in Linien senkrecht zu $o \mid g$ begrenzen. Jedoch treten darauf meist noch zweierlei Flächentheile auf, welche je einem vertikalen Pinakoide entsprechen.

3) Während Mallard die einzelnen Würfelflächen im normalen Falle als aus vier diagonal zusammenstossenden Theilen bestehend betrachtet, welche zwischen gekreuzten Nikols in jeder Stellung fast gleichmässig dunkel bleiben, sind dieselben nach meiner Deutung einfach, nämlich die basischen Pinakoidflächen der sechs Einzelindividuen mit diagonalen Auslöschungen. Dies hindert natürlich nicht, dass darauf Zwillingslamellen der benachbarten Einzelkrystalle auftreten, welche dann in eine Prismenfläche (∞P) ausgehen, womit die Lage ihrer Auslöschungsrichtungen übereinstimmt.

In Bezug auf die beiden letzten Punkte gelangt man, wie mir scheint, am ehesten zum richtigen Verständnisse, wenn man von den Tetraëderflächen ausgeht. Mallard beschreibt deren Zusammensetzung zwar ähnlich, wie ich sie beobachtete. Doch giebt er an, dass die beiden von ihm in Fig. 6 und 7 gezeichneten, in drei deltoidische Sectoren zerfallenden Flächen als von Würfel-, nicht aber von Dodekaëderflächen begrenzt zu betrachten seien. Nun ist gerade der letztere Fall nach meinen Beobach-

Digitized by Google

tungen als der normale zu bezeichnen. Geht man hiervon aus, so gelangt man nothwendig zu dem Schlusse, dass die Dodekaëderflächen nicht einfach sein können, sondern durch eine Linie, welche bei regelmässigster Ausbildung mit der kurzen Diagonale der betreffenden Flächen zusammenfällt, in zwei gleiche Theile getheilt werden. Und hiermit stimmen auch meine Beobachtungen sowie die von mir gegebene Deutung überein. Mit der Annahme Mallard's hingegen, dass jede Dodekaëderfläche die Basis eines einzelnen Individuums bilde, befindet sich jener Schluss im Widerspruche. Diese Annahme fordert, dass die von Würfelflächen umschlossenen Tetraëderflächen in drei deltoidische Sectoren zerfallen, und so sind auch, wie gesagt, die Fig. 6 und 7 bei Mallard aufzufassen. Wollte man dieses Verhältniss gleichfalls auf das von mir angegebene Zwillingsgesetz zurückführen, so müsste man zunächst supponiren, dass in Fig. 1 die oberen Flächen von $2\bar{P}\infty$ glatt, die unteren in Folge des Hemimorphismus nach der Vertikale (bei Mallard der Brachydiagonale) matt seien, während bei den Flächen von $2\check{P}\infty$ das Umgekehrte stattfände (s. o. S. 347). Ferner hätten die Theile a, b und c in Fig. 3 ihre Lage in der Weise vertauscht, dass a unten, b und c oben lägen und zwar b rechts und c links. Das Dreieck zerfiele dann für diese Figur in dreiseitige Sectoren.

Während sich die an meinen Krystallen gemachten Beobachtungen sämmtlich dem Gesetze: »Zwillingsebene P« fügen, ist es mir zweifelhaft, ob die von Mallard aufgestellte Hypothese von der Zusammensetzung der Boracitkrystalle sich mit jenem Gesetze in Einklang bringen lässt. Dies hindert jedoch nicht, dass die von Mallard geschilderten optischen Erscheinungen, sowohl die im parallelen wie die im convergenten polarisirten Lichte beobachteten, mit meiner Deutung im Wesentlichen wohl vereinbar sind, ja derselben zur Bestätigung dienen können. Die Angabe Mallard's, die Würfelflächen blieben zum grössten Theil bei der Drehung zwischen gekreuzten Nikols fast gleichmässig dunkel, habe ich allerdings insofern nicht vollkommen bestätigen können, als alle Theile bestimmte Auslöschungen zeigten, wenngleich die Aufhellung bei den eingelagerten Partien, deren Auslöschungsrichtungen parallel $w \mid g$ liegen, in der That gering sein kann (s. o.). Dies findet aber bei Annahme eines mehr oder weniger vom Rechten abweichenden Winkels der optischen Axen, wobei dieselben auf den betreffenden Flächentheilen (∞P) nicht genau senkrecht stehen, seine genügende Erklärung. Des Cloizeaux fand ja auch früher den genannten Winkel $= 83\frac{1}{2}^0$.

Giebt man dem Boracit unter Annahme des rhombischen Systems die von mir gewählte Stellung (Fig. 1), so gelangt man zu dem Axenverhältniss $a : b : c = \sqrt{2} : \sqrt{2} : 1 = 1 : 1 : 0{,}70711$ und für die wichtigsten an ihm auftretenden Formen zu folgenden Zeichen:

Digitized by Google

$\infty O \infty$ (100) wird zu ∞P (110) und oP (001)

∞O (110) - - P (111), $\infty \bar{P} \infty$ (100) und $\infty \breve{P} \infty$ (010)

$+ \frac{O}{2}$ (111) wird zu $2 \bar{P} \infty$ (201)

$- \frac{O}{2}$ ($1\bar{1}1$) - - $2 \breve{P} \infty$ (021)

$+ \frac{5 O \frac{5}{4}}{2}$ (135) - - $\frac{4}{3} \bar{P} 2$ (425), $2 \bar{P} \frac{4}{3}$ (643) und $8 \bar{P} 4$ (821)

$- \frac{2 O 2}{2}$ ($2\bar{1}1$) - - $\breve{P} \infty$ (011) und $3 \breve{P} 3$ (131).

Die Formen $- \frac{2 O 2}{2}$ und $+ \frac{5 O \frac{5}{4}}{2}$ scheinen stets mit allen rhombischen Theilformen aufzutreten, nicht aber erst durch die Zwillingsbildung zur Vollzähligkeit zu gelangen. Wenigstens konnte ich keinerlei gesetzmässige Vertheilung der einzelnen Flächen von $+ \frac{5 O \frac{5}{4}}{2}$ beobachten, so dass also hier ein ähnliches Verhältniss obwaltet, wie bei den stets zugleich vorkommenden Formen $2 P \infty$ und ∞P des Leucits, welche zusammen das Dodekaëder nachahmen.

Projection auf die Basis Fig. 13, Taf. IX soll das Verhältniss der neuen zur früheren Bezeichnung veranschaulichen. Diese Umrechnung der krystallographischen Zeichen von dem regulären Axensystem (a', a', a') auf das rhombische (a, b, c), wobei die horizontalen Axen a', a' gegen a und b um 45° gedreht sind, während die Vertikale $a' = c$ ist, geschieht unter Anwendung der Gleichungen $\frac{x}{m} + \frac{y}{n} = 1$ (die in der Projection unten liegenden Hälften von a' als positiv und zwar die links liegende als x-Axe und die rechts liegende als y-Axe betrachtet) und $x = \pm y$ nach folgenden Formeln. Bezeichnet man die Länge des unteren Axenschnittes auf a mit p (in Einheiten von $a = a' . \sqrt{2}$) und diejenige des zugehörigen rechts liegenden Axenschnittes auf b mit q (in Einheiten von b, gleichfalls $= a' . \sqrt{2}$), so ist:

$$p = \frac{m . n}{m + n} \quad \text{und} \quad q = \frac{m . n}{m - n}.$$

Digitized by Google

XX. Ueber Eggonit.

Von

A. Schrauf in Wien.

(Mit Taf. X, Fig. 4.)

Das Wort Eggonit mag dienen zur Bezeichnung eines Minerals, welches als dritte Generation (ἔγγονος Enkel) in der Reihe der natürlichen Zink-Cadmium-Verbindungen beobachtet wurde. Die im Nachfolgenden gegebene Beschreibung des Egg. erläutert dessen Verhältnisse, in so weit sich dieselben an Einer vorliegenden Stufe (Univ. Mus. 6038) erkennen liessen. Dieses Handstück, nebst 2—3 ähnlichen, hat Herr A. Gentzsch*) unter seinen Vorräthen von Zinkmineralien des Fundortes Altenberg aufgefunden. Er hat dieselben als seltene Vorkommnisse erkannt, und mir zur Ansicht vorgelegt, schliesslich das oben signirte Exemplar der Sammlung geschenkt.

Die Hauptmasse dieser kleinen Stufe, sowie paragenetisch das Muttergestein des Egg. bildet derber, grosskörniger, lichtbrauner Galmei. Dieser ist breccienähnlich mit Bröckchen von ziegelrothem, weichem eisenschüssigem Thon gemengt. Drusen einer zweiten Zinkgeneration: weisse bis farblose, schöne Kieselzinkkrystalle haben sich in den Höhlungen des Galmei entwickelt. Auf einzelnen diversen Individuen des Hemimorphits sitzen Kryställchen eines dritten Minerals von differenter Form und Farbe: des Eggonit. Die oben citirte Stufe enthielt 7 solche Krystalle. Die Egg.-Individuen sind dem Kieselzink auf- und etwas eingewachsen, ein Zeichen, dass ihre Bildung während des letzten Anschusses des Hemimorphits begann.

Alle Egg. sind sehr klein, $^1/_2$ bis 1 mm gross. Fünf solche Kryställchen konnten zur Untersuchung verwendet werden. Deren Farbe ist sehr licht graubraun, durchscheinend bis durchsichtig. Strich weiss. Härte

---

*) In Altenburg. Sachsen A.

Digitized by Google

4—5. Unvollkommener Demantglanz, die kleinen Flächen spiegeln gut. Das grobe Pulver zeigt etwas blättriges Gefüge, doch keine deutlichen Spaltungsformen. Alle bisher von mir gesehenen Krystalle (circa 20) hatten eine gleiche Ausbildung. Sie sind bis auf eine kleine Anwachsstelle rundum, holoedrisch, entwickelt. Ihre Gestalt ist einer einfachen Form des Baryt (z. B. Dana, Fig. 505. E. F.) ähnlich. Ein Prisma $\infty \breve{P} \frac{4}{3}$ (320) in Combination*) mit dem Doma $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ (023); deren Kanten abgestumpft durch eine sehr schmale, nicht exact bestimmbare Pyramide, etwa $3\breve{P}\frac{2}{3}$ (983). Untergeordnet die beiden Pinakoide. Dem Anscheine nach rhombisch. Approximativen Messungen genügen die Zahlen:

$$a : b : c = 1{,}3153 : 1 : 0{,}7986 \qquad \infty \breve{P} \tfrac{4}{3} = 97^0\,30'$$
$$\tfrac{1}{2}\bar{P}\infty = 123^0\,56' \qquad \infty \breve{P} \tfrac{4}{3} : \tfrac{1}{2}\bar{P}\infty = 71^0\,57' \qquad \infty \breve{P} \tfrac{4}{3} : 3\breve{P}\tfrac{2}{3} = 21^0\,13'$$

Eine Uebereinstimmung der Rechnung mit den Messungen, die auf gut sichtbare Reflexe basirt sind, lässt sich aber nur erzielen mit Benutzung des triklinen Parametersystems:

$$a : b : c = 1{,}3360 : 1 : 0{,}7989 \quad \alpha = 90^0\,23 \quad \beta = 90^0\,50' \quad \gamma = 91^0\,0'$$

Die Axenneigung $\beta = 90^0\,50'$ ist am deutlichsten und durch wenige Messungen nachweisbar. Constant ist eine Differenz vorhanden zwischen den Winkeln des Doma zu vorderen oder rückwärtigen Prismenflächen.

Die Abweichung der Axenwinkel α, γ von 90^0 ist schwieriger zu ermitteln. Die vorhandene Zwillingsbildung nach (010) $\infty \bar{P}\infty$ verwandelt nämlich die Asymmetrie in eine scheinbare Monosymmetrie wie diese die später notirten Krystalle Nr. 1 und Nr. 2 zeigen. Dass aber letztere Formen durch einen polysynthetischen Bau hervorgerufen sind, gibt sich an den Domenflächen dadurch zu erkennen: dass zwei distincte Fadenkreuzreflexe**) von einer scheinbar einheitlichen Fläche erzeugt werden. Letztere, auf welcher man übrigens auch makroskopisch Furchen und Knickungen nachweisen kann, verdankt also ihr Dasein der Superposition von Krystallpartikeln, die theils der Fläche selbst, theils der analog liegenden Zwillingsfläche parallel geordnet sind. In der nachfolgenden Winkeltabelle ist das Auftreten vollkommen distincter Doppelreflexe durch die Klammer angedeutet, welche die Buchstaben von Fläche und nahe paralleler Zwillingsfläche verbindet.

---

*) Die einfachsten Indices wären (110) (011) (311); die oben notirten ermöglichen aber eine schnelle Vergleichung mit ähnlichen Formen anderer Mineralien.

**) Dieser doppelte Reflex ist nicht etwa ein Interferenzbild im Sinne Websky's (vergl. diese Zeitschrift 8, 241), sondern ist charakteristisch und vorhanden, unabhängig von der Zone, in welcher die Messung erfolgt. Das von mir seit Jahren angewendete Signal (vergl. Beschreibung im Anhang) beschränkt übrigens den Einfluss der Beugung auf ein Minimum.

Digitized by Google

Die beobachteten Flächen (vergl. Taf. X, Fig. 4) erhalten, bezogen auf die triklinen Elemente folgende Symbole (die Gegenflächen haben einen Affix; $\bar{\eta}\bar{\sigma}$ sind fast parallel es.):

b	s	η	σ	e	a
010	$0\bar{2}3$	023	$3\bar{2}0$	320	100
$\infty\bar{P}\infty$	$\frac{1}{3}'\bar{P}\infty$	$\frac{1}{3}\bar{P}'\infty$	$\infty'\check{P}\frac{1}{2}$	$\infty\check{P}'\frac{1}{2}$	$\infty\check{P}\infty$

Flächencombination	beobachtet: Krystall Nr. 1	Krystall Nr. 2	Krystall Nr. 3	gerechnet triklin
$s\ \sigma$			88° 22′	88° 23′
$\sigma\ \bar{\sigma}$	82° 24′	82° 26′		82 16
$\sigma'\ \bar{\sigma}$	97 33			97 44
$b'\ \sigma$			48 55	48 52
$b'\ \bar{\sigma}'$			48 47	— —
$\sigma\ a$		41½ circa		42 8
$b'\ \eta'$			61 35	61 40
$b'\ s$	62 5			62 15
$b\ \eta$		61° 45′		61 40
$b\ \bar{s}$		62 17		62 15
$b\ s'$		62 5		— —
$b\ \bar{\eta}'$		61 35		61 40
$s\ \eta'$	123 31	123 57		123 55
$s\ \eta$	55 58			56 5
$b\ \eta$		56 4		— —
$b\ \bar{s}$		55 33		55 30
$\eta'\ s$		56 7		56 5
$\eta'\ \bar{\eta}'$		56 37		56 40
$s\ \eta'$			109 24	109 11
$\bar{\sigma}\ \eta'$		108 53		108 46
$\sigma'\ s$	108 27			108 25
$\sigma\ \eta$	107 43			107 37
$\bar{\sigma}\ \bar{\eta}$		107 40		— —
$\bar{\sigma}\ s$		107 20		107 15
$\sigma\ \eta'$			72 28	72 28
$\bar{\sigma}'\ \eta$	72 14			— —
$\bar{\sigma}\ \bar{\eta}'$		72 40		— —
$\bar{\sigma}\ s'$		72 35		72 45
$\sigma\ s$	74 36			74 35
$\bar{\sigma}\ \bar{s}$		74 40		— —
$\bar{\sigma}\ \eta$		74 15		74 13

Die mittlere Differenz zwischen Beobachtung und Rechnung ist 6′ 20″. Für die vorliegenden Messungen genügen desshalb die oben citirten triclinen Elemente.

Die Untersuchung der optischen Eigenschaften des *Egg.* ergab nur für zwei Brechungsexponenten ein verwendbares Resultat: während Lage und Austritt der optischen Axen nicht direct beobachtet werden konnte.

Digitized by Google

Das Doma $\varepsilon\eta'$ des Krystall Nr. 1 ward als Prisma benützt. Schon mit freiem Auge erkennt man an allen Krystallen, dass der senkrecht zur Kante $\varepsilon \mid \eta$ orientirte Strahl durch eine sehr starke Doppelbrechung zerlegt wird. Die zur Kante und zur Axe X parallelen Schwingungen liefern den Werth μ_x; die Vibrationen, welche senkrecht zur Kante und daher fast parallel der Axe Y sind, den Werth μ_y.

Li	$\mu_x = 1{,}571$	$\mu_y = 1{,}593$
Na	1,575	1,598
Th	1,577	1,601

Diese Zahlen, obgleich Mittel mehrerer Einstellungen, sind doch nur approximative Werthe, weil die kleinen Domenflächen sehr lichtschwache, kaum sichtbare Spectra lieferten. Diesen Brechungsexponenten entspräche, wären die Krystalle absolut genau rhombisch, mit grosser Wahrscheinlichkeit das optische Schema $a\,b\,c$ oder $a\,c\,b$. Die theoretisch ebenfalls mögliche Hypothese $b\,c\,a$ ist hier weniger wahrscheinlich, da die Prüfung mit dem Quarzkeil ergab, dass in der Ebene des Doma die grössere Elasticitätsaxe circa parallel der Kante $\varepsilon \mid \eta$ liegt.

Die bisher angeführten Bestimmungen zeigen Analogien, aber auch Differenzen, entgegengehalten den Constanten bisher bekannter Mineralien.

Für Baryt, welcher scheinbar ganz ähnliche Formen bietet, gelten *) die Elemente: $a:b:c = 1{,}31268:1:0{,}84461$; $a\,b\,c$. Hiemit stimmt das Parameterverhältniss des Eggonit $a:b:c = 1{,}3153:1:0{,}7986$ (rhombisch angenommen) partiell. Die Fläche η (023) ist an beiden Mineralien vorkommend, während σ des Eggonit bis jetzt an Barytkrystallen nicht beobachtet ist. Beträchtliche Differenzen zeigen hingegen die Brechungsexponenten und namentlich die den Coordinaten a, b entsprechende Energie der Doppelbrechung.

Theilweise isogon mit Eggonit wäre die morphologisch mögliche Combination des Pyroxen: $g'\,h^3\,a^2\,\gamma$; vergl. Descloizeaux Mineralogie.

Näher steht unserm Mineral sowol der sehr seltene Hopeit, als auch das Kieselzink selbst. An diesen beiden Substanzen finden wir alternirend die Eggonitflächen vor. *Egg.* bildet gleichsam das Mittelglied, welches die Formen des Hopeit mit jenen des Kieselzinks vereint. Die zum nachfolgenden Vergleiche benützten Zahlen sind Brooke and Miller Mineralogy entnommen. Die Hopeitfigur 646 basirt in Form und Winkeln auf den Angaben Levy's**). Die erste Zeichnung des Hopeit von Haidinger***) ist flächenarm, zeigt jedoch ebenfalls die dominirende Fläche s.

*) Schrauf, Atlas, Taf. XXX. Das Spaltungsprisma hat die Indices (011).

**) Levy, Ann. des Min. IV. Ser. vol. 4. pag. 317. Fig. 13.

***) Brewster, Edinburg. Transact. 1825. X. 105.

Digitized by Google

Hopeit	Eggonit	Kieselzink
$ss' = 97^0\ 40'$	$'\sigma\bar{\sigma} = 97^0\ 44'$ $'s\sigma = 96^0\ 37$	$(703) : (70\bar{3}) = 96^0\ 50'$ bisher nicht beobachtet.
$(010)\ (023) = 61^0\ 13'$ bisher nicht beobachtet	$b\eta = 61^0\ 40'$ $(010)\ (023)$	$\iota \quad 61^0\ 37'$ $(001)\ (034)$
$\mu = 1{,}604$ Brewst.	$\mu = 1{,}57—1{,}59$	
$\beta = 1{,}469$ Descloiz.		

Vom Kieselzink unterscheidet sich Egg. durch seine holoedrische Ausbildung, und man könnte denselben nur mit Hemimorphitzwillingen (nach dem bekannten Gesetze) von abnormer Form vergleichen. Vom Hopeit unterscheidet er sich durch die Werthe der Brechungsexponenten. Die Uebereinstimmung mit der von Brewster angegebenen Zahl verliert ihre Bedeutung, indem β nach Descloizeaux, wie ich Dessen freundlicher brieflicher Mittheilung entnehme, nur 1,469 (roth) beträgt.

Jedenfalls besteht eine gewisse Aehnlichkeit der morphologischen und paragenetischen Verhältnisse des Eggonit mit jenen des so überaus seltenen Hopeit's. Und nur diese Analogien waren es, welche den Verfasser veranlassten, die vorliegenden unvollständigen Notizen zu veröffentlichen. Nimmt man aber für Hopeit jene chemischen Merkmale, welche 1825 Nordenskiöld während seiner zeitweiligen Anwesenheit in Edinburgh beobachtete und in Brewster's Abhandlung publicirte, als vollkommen richtig an, so unterscheidet sich Eggonit durch seine Zusammensetzung auch von diesem Mineral.

V. d. L. ist Egg. unschmelzbar, wird grau und undurchsichtig. Mit Soda zum emailartigen Glase schmelzend, giebt er auf Kohle den braunen Beschlag des Cadmium, der sehr leicht verblasen werden kann. Zinkbeschlag nicht beobachtet. Nicht oder nur unmerkbar löslich in kalter oder heisser Salz- oder Salpetersäure. In letzterem Falle giebt die Molybdänlösung keine Anzeichen eines Phosphor- oder Arsensäuregehaltes. Egg. wird durch Phosphorsalz nicht gelöst, die Perle, heiss und kalt farblos, umschliesst das Kieselskelett.

Nach diesen Reactionen zu urtheilen, ist Eggonit im Wesentlichen ein Cadmium enthaltendes Silicat. Hiemit stimmt auch sein paragenetischer Stammbaum überein.

Anhang: Ueber die Form des Signals für Krystallmessungen.

(Mit Taf. X, Fig. 2.)

Herr Professor Websky hat hervorgehoben, dass die Interferenz mehrfache Reflexe und hiedurch Unsicherheit des Resultates hervorrufen kann, wenn man einen hellen Schlitz im dunklen Felde als Signal zur

Digitized by Google

Messung schmaler Flächen verwendet. Der Einfluss der Interferenz und Beugung wird aber durch jene Art des Signals, welche ich seit einer Reihe von Jahren benütze, möglichst eliminirt. Schon in meinen Mineralogischen Beobachtungen III. § XXII. ward erwähnt*), dass ein lichtes Kreuz auf dunklem Hintergrunde als Signal dient. Das Diaphragma des Beleuchtungsfernrohrs trägt nicht bloss das gewöhnliche Spinnenfadenkreuz, sondern auch knapp daran in einer Blende ein Metallblättchen mit zwei gekreuzten Schlitzen. Dieser Kreuzspalt ist 45° gegen das verticale Spinnenfadenkreuz gewendet. Die Breite der Spalten kann $^1/_5$ mm, oder in angularen Dimensionen 10—20 Minuten betragen, und man wird immer genügend diffuses Licht zur Flächenerkennung, so wie eine scharfe Marke erhalten. Im Centrum des Doppelspaltes sieht man ferner die Kreuzung der dunklen Spinnenfäden auf hellem Grunde. Die Form des Signalbildes mag die Fig. 2, Taf. X versinnlichen.

Durch dieses Doppelsignal wird einerseits das Auge weit weniger ermüdet, als durch das gewöhnliche grosse lichte Feld. Anderseits ergeben sich bei dessen Verwendung manche Vortheile.

Für ausgezeichnete Flächen wird der im Centrum sichtbare Theil der Spinnenfäden als Marke gewählt. Für Flächen mittlerer Qualität das helle Kreuz und zwar in seiner 45°-Stellung. Die in der Horizontalen liegenden Scheitelpunkte rechts und links liefern eine Marke, welche mit der Lage des horizontalen Spinnenfadens coincidirt. Sind drittens die Flächen sehr klein, und geben sie desshalb keine erkennbaren Reflexe: so sind ziemlich genaue Messungen noch immer möglich, wenn man das helle Signal unverändert lässt, hingegen das Ocular im Beobachtungsfernrohr verschiebt. Rückt man dasselbe möglichst nahe an das Objectiv, setzt ferner letzterem die gewöhnliche Lupe für Directsehen vor und beobachtet in dieser Weise: so sieht man dann weder das scheinbare Signalbild im Brennpunkt des Beobachtungsfernrohrs, noch die Fläche als solche; sondern man sieht auf der justirten Fläche selbst das Bild des Signals. So lange die kleinen Flächen nicht vollständig centrirt und justirt sind, erglänzen sie nur im matten Lichte. Sind sie hingegen vollkommen eingestellt, so werden sie sichtbar und zwar in Form des Signalkreuzes, während ihre wahre Gestalt undeutlich wird. Das Maximum der Lichtstärke und der Deutlichkeit des Signalbildes kann daher für sehr kleine Flächen als Marke für Einstellung und Messung dienen. Letzteres Verfahren ist etwas ähnlich der von Websky 1867 vorgeschlagenen Methode**). Nur ist bei der hier geschilderten Art der Beobachtung nicht nothwendig, an dem gewöhnlichen Goniometer mit 2 Fernröhren irgend welche Modificationen anzubringen. Ein Vor- und Rückwärtsschieben des Beobachtungsoculars genügt, um mit Zuhilfenahme des Doppelsignals für jede Flächenqualität eine taugliche Marke zu erhalten.

*) Schrauf, Sitzungsb. Wien. Akad. 1871. Bd. 64. I.

**) Websky, 1867. Pogg. Ann. 132, 623.

Digitized by Google

Die letztere Art der Beobachtung, mit verschobenem Ocular, giebt ferner Aufschluss über die Qualität und über etwaige Subindividuen einer grösseren Fläche. Ist die Fläche minutiös (kaum mit der Lupe wahrnehmbar), so wird statt ihrer nur Ein helles Kreuz sichtbar. Sind die Flächen hingegen gross und »vollkommen« eben, so werden sie gesehen in Form eines homogen quarrirten Feldes. Quarrirt durch eine grosse Anzahl von Bildern des in der Fläche sich abspiegelnden hellen Signals. Aber alle diese lichten Streifen sind gleich lichtstark, ununterbrochen. Bei normaler Stellung des Oculars zeigen dann solche Flächen nur Einen scharfen Reflex. Total verschieden gestaltet sich die Beobachtung, wenn die Fläche gross und uneben ist. Dann sind die hellen Bilder des Signals, welche man durch die Verschiebung des Oculars hervorruft, ungleich lichtstark, unterbrochen, und ungleich auf der Fläche vertheilt. Solche Flächen zeigen dann, nach dem gewöhnlichen Verfahren beobachtet, undeutliche, dilatirte, oder mehrfache Reflexe.

Den wichtigsten Vortheil gewährt aber die Verwendung eines hellen Kreuzspaltes durch die Eliminationen eines unverständlichen Beugungsbildes. Die Stellung der lichten Kreuzarme, 45° geneigt zu der zu messenden Kante, verhindert fast in allen Fällen einen störenden Einfluss der Interferenz. Denn durch letztere müssen beide Kreuzarme symmetrisch dilatirt werden. Dann geht aber auch in diesem Falle, genau so wie bei einem einfachen Reflexe, die horizontale Verbindungslinie der äussersten rechts und links liegenden Scheitelpunkte durch den Mittelpunkt des Signals. In Ausnahmsfällen (z. B. bei Messungen von Formen, ähnlich der Combination $\infty P2 : R$) mag nur Ein Arm des hellen Kreuzspaltreflexes durch die Beugung dilatirt werden (jener Arm, welcher der Längenrichtung von $\infty P2$ parallel ist. Dann wird aber der zweite hierauf senkrechte Arm einfach erscheinen, vorausgesetzt dass die Fläche (z. B. $\infty P2$) vollkommen eben und spiegelnd ist. Dieser Gegensatz im Aussehen der beiden Arme stigmatisirt dann leicht erkenntlich die Dilatirung des Einen als Beugungsphänomen und wird Irrungen unmöglich machen.

Doppelreflexe können übrigens nicht von Einer schmalen, vollkommen ebenen Fläche hervorgerufen werden. Treten zwei deutlich sichtbare, 20′—30′ entfernte, oftmals ungleiche, Reflexe auf, so können diese nur zwei Flächentheilen differenter Lage ihr Dasein verdanken. Diese Flächentheile können geneigt zu einander sein, oder parallel. Letzteres entspricht dem treppenförmigen Aufbau einer Fläche; und Messungen dieser Art sind, in Beziehung auf die Stufen in der Fläche, mit dem Excentricitätsfehler behaftet. Der Excentricitätsfehler kann aber bei Verwendung eines Beobachtungsfernrohrs nur Secunden, nie aber 20′—30′ betragen. Es ist daher nur die Annahme zu einander geneigter Subindividuen der Fläche als Erklärungsgrund verwendbar.

Digitized by Google

XXI. Herrengrundit, ein neues basisches Kupfersulfat.

Von

Aristides Brezina in Wien.

(Hierzu Taf. X. Fig. 3—7.)

Von Herrn Ministerialrath von Friese erhielt ich mehrere Herrengrunder Stücke, welche, auf bräunlichgelbem Grauwackenschiefer mit Gyps oder Kügelchen aus einem Gemische von Malachit und Calcit aufgewachsen, scharfe sechsseitige Tafeln zeigten, deren Ansehen bis auf die Streifung einem sehr reinen Chalkophyllit glich; während die letztere aber am Kupferglimmer nach allen Hexagonseiten gerichtet ist, war sie hier nur einer Kante parallel.

Im Polarisationsmikroskop zeigte sich ein vollkommen reines zweiaxiges Bild, Beständigkeit des Axenwinkels, starke Axendispersion (etwa 12 Theilstriche für roth, 13 für blau), und, in einzelnen Exemplaren, geringe Andeutung der Brillenfigur.

§ 1. Einzelbeobachtungen.

Das Aussehen der Krystalle ist in den Figuren 3—5, Tafel X wiedergegeben; ihre Grösse schwankt zwischen 1 mm und 2,5 mm Tafeldurchmesser, während die Dicke kaum 0,2 mm erreicht.

Krystall Nr. 1. Fig. 3. Auf einem sehr dünnen Plättchen liegt ein zweites in gleichsinniger Stellung (keine Brillenfigur), auf diesem wieder ein drittes, von welchem sich nicht bestimmen lässt, ob seine Stellung direct oder invers ist. Flächen c glänzend, geradlinig gestreift parallel Kante α.

Im Mikroskop ergaben sich auf c die ebenen Winkel von α zu den verschiedenen Contouren m':

Digitized by Google

61° 0′	grosse Tafel	61° 30′		kleinster (oberster) Krystall.
55 30	zweite, etwas kleinere Tafel	64 30		
62 10		74 30		
55 20		121 30	(58° 30)	
61 10		72 0		
59 30		119 0	(61° 0)	

Am Goniometer zeigte die Fläche m' der grossen Tafel ein buntscheckiges Aussehen, es gaben nur einzelne Flecken derselben einen Lichtschimmer bei vorgesteckter Loupe, für den zehnmalige Repetition lieferte:

$$cm' = 93° 58'.$$

Krystall Nr. 2. Auf einem mit Randflächen versehenen Blättchen liegt ein zweites, ungemein dünnes, dessen Seitenflächen keinen Schimmer mehr geben.

c eben, gestreift parallel den Kanten zu $\bar{e}$ und ε,
$\bar{e}$ sehr schmal, schwacher Schimmer,
ε etwas breiter, giebt durch die aufliegende Lamelle hindurch einen deutlichen Schimmer mit der Loupe.

$c\varepsilon\bar{e}$ tautozonal.

In der Zone cqm' sind letztere beide sehr unregelmässig ausgebildet. gekrümmt und gebrochen in Zonen, deren Axen zu ihren Längsdimensionen senkrecht sind.

$c\bar{e}$ =	38° 52′	5 R	schlecht	
$c\varepsilon$ =	142 45	10 R	mittelmässig	
	142 37	5 R	-	
	142 23	5 R	-	
	142 51	5 R	-	
	142 39	25 R		
cm' =	95 52	5 R	sehr schlecht	
	94 52	5 R	-	-
	95 22	10 R		
cq =	77 21	5 R	sehr schlecht	
$\bar{c}q$ =	107 36	5 R	-	-

Für die ebenen Winkel $[c\varepsilon\bar{e}]$ $[cqm']$ erhielt ich die Werthe 55° 20′, 59° 50′, 72° 0′, 64° 40′, 71° 20′, 64° 40′, 60° 40′ und auf der anderen Seite der Tafel für $[c\varepsilon\bar{e}]$ $[c\bar{m}]$ 63°, 65° 30′, 61°.

Keine Brillenfigur.

Krystall Nr. 3. Fig. 4. Eine ziemlich starke Tafel, in welche mehrere untereinander parallele Individuen in Zwillingsstellung hineingewachsen sind; die Streifungen der Flächen c sind gekreuzt.

Am Hauptkrystall q und m' ziemlich eben, $\bar{p}'$ in der Zone $[\bar{c}\bar{p}'m'q$ sehr lichtschwach und unregelmässig:

Digitized by Google

$cq =$	72°	7,6′	3	R	mittelmässig
	73	6	10	R	
$\bar{c}q =$	106	13	5	R	-
$cm' =$	92	48	10	R	-
$\bar{c}m' =$	87	22	5	R	-
$\bar{c}\bar{p}' =$	74	11	5	R	sehr schlecht
	73	34,4	5	R	- -

Ebene Winkel $[c\bar{p}'m']$ zur Streifungsrichtung 60° und 60° 55 ziemlich gut.

Ebener Winkel zwischen den Streifungsrichtungen der Zwillingsindividuen 74° 37 mit 60°facher; 75° 50 mit 240°facher Vergrösserung gemessen, letzteres am einspringenden Körpereck; an derselben Stelle ergab sich der Winkel zwischen der Trace auf der Basis der einspringenden Kante zwischen den mit ε und d bezeichneten Flächen mit der Streifenrichtung der Individuen II zu 29° 13 zwischen 27° 10 und 30° 50.

Krystall Nr. 4. An den Seiten durch 2 Flächen m und $\bar{m}'$, einer der Streifung parallelen, einer Bruch- und zwei Spaltungsflächen analog $\bar{m}$ und m' begränzt, wovon m' ziemlich eben, $\bar{m}$ unregelmässig war. Das sehr dünne Blättchen ging leider zu Grunde, als es vom Mikroskop zur goniometrischen Messung entfernt werden sollte. Es gab die ebenen Winkel:

Streifungsrichtung: $[cm] = 62° 13,\ 75° 10$
- $[c\bar{m}'] = 66° 3,\ 74° 43$
- Spaltungsfl. $m' = 57° 47$ mittelmässig
- - $\bar{m} = 47° 3$ sehr schlecht.

Leider konnte nicht ermittelt werden, ob die Spaltung parallel m oder q ging, doch schien das erstere wahrscheinlicher.

Krystall Nr. 5. Ungemein dünnes Blättchen, Flächen m nicht einstellbar, nur zu Contourenmessungen im Mikroskop brauchbar.

$ce = 37° 25,6$ 5 R schlecht.

Ebene Winkel $[ce]\ [c\bar{m}] = 65° 50',\ 77° 50',\ 65° 50',\ 73° 20',$
$[ce]\ [c\bar{m}'] = 108° 10',\ 112° 20',\ 108° 0'$

Keine Brillenfigur.

Krystall Nr. 6. Fig. 5. Durchschnitt senkrecht zur Zone $[ced\ldots]$. Auf beiden Tafelflächen c liegen andere Individuen in nahe parallelen Stellungen, der Hauptkrystall ist der bestausgebildete unter allen gemessenen; c soweit sichtbar, glatt und glänzend, sehr schwach gestreift; in der Zone $[ced\delta]$ sind d und e sehr eben und regelmässig, wenn auch schmal und würden mit Sonnenlicht voraussichtlich das Fadenkreuz spiegeln; δ ist sehr schmal, m unregelmässig, reflectirt über mehr als 9°.

$\bar{c}d =$	130°	45′	5	R	gut
	130	38	5	R	-
	131	14	5	R	-
	130	56	5	R	-

Digitized by Google

$\bar{c}e =$	141° 53,6′	5 *R* gut	
	142 4,0	5 *R* -	
$de =$	11 16,8	5 *R* -	
	11 14,2	5 *R* -	
$\bar{c}\bar{d} =$	46 59,8	5 *R* ziemlich gut	
	47 24,6	5 *R* - -	
	48 1,4	5 *R* - -	
$c\{c\} =$	2 57	10 *R* - -	
$\bar{c}m' =$	80 24	5 *R* sehr schlecht,	Anfang des Reflexes
	89 40	5 *R* - -	Ende des Reflexes.

Ebene Winkel $[\bar{c}de]$ $[\bar{c}m] = 66° 0'$,
$[\bar{c}de]$ $[\bar{c}\bar{m}'] = 64° 0', 67° 0'$

Schwache Brillenfigur.

Krystall Nr. 7. Fläche *c* ziemlich eben, gestreift, Flächen ε, δ, $\bar{d}$ und $\bar{e}$ in der Zone $[c\varepsilon\delta\bar{d}\bar{e}]$ sehr schmal, schwachen Lichtschimmer mit der Aufsteckloupe gebend; $\bar{m}'$ Spaltungsfläche, sehr uneben, fast muschlig, *m* nur als Contour messbar.

$c\varepsilon =$	36° 47,2′	5 *R* sehr schlecht
$\varepsilon\delta =$	10 29,8	5 *R* schlecht
$\varepsilon\bar{e} =$	105 41,2	5 *R* -
$\bar{e}\bar{d} =$	10 30,2	5 *R* -

$\bar{m}'$ Lichtschimmer mit den Anfangs- und Endpositionen $c\bar{m}'$ von 84° bis 93°½, Mitte bei 87°.

Ebener Winkel $[c\varepsilon\delta\bar{d}]$ $[c\,m] = 65° 30', 65° 40'$

Keine Brillenfigur.

Krystall Nr. 8. Dünnes Blättchen. *c* eben, gestreift, Flächen in der Zone $[ced]$: *e* guten Lichtschimmer gebend, *d* etwas schmäler, regelmässig; *m'* sehr schmale, ebene Fläche

$\bar{c}e =$	142° 21,8′	5 *R* ziemlich gut
	142 3,2	5 *R* - -
$\bar{c}d =$	132 17,8	5 R mittelmässig
	132 11,0	5 *R* -
$cm =$	90 48	5 *R* -

Ebener Winkel $[\bar{c}ed]$ $[\bar{c}m'] = 78° 10'$

Keine Brillenfigur.

Krystall Nr. 9. Längliche Tafel mit schmalen aber deutlichen Randflächen

$c\delta =$	46° 44,0′	5 *R* gut
$cp =$	72 7,6	5 *R* -
$c\bar{q}' =$	106 25,6	5 *R* -

Ebener Winkel $[c\delta]$ $[cpq'] = 65° 45', 66° 40'$.

Digitized by Google

§ 2. Elemente. Indices.

Ein Ueberblick über diese Messungen zeigt trotz der grossen Schwankungen der Winkel übereinstimmend einen Werth cm, welcher von 90° verschieden ist, und zwar fast durchwegs umsomehr, je grösser der Winkel des betreffenden m zur Symmetrieebene ist; wir haben in der That, wenn wir alle Werthe auf den vorderen Quadranten reduciren:

Tabelle I.

Krystall	cm	$[ced]$ $[cm]$	Mitte
2	84° 38′	55° 20°—72° 0′	63° 40′
6	85 2	64 10 —67	64 5
4	86 2	55 30 —74 30	65 0
3	87 15	60 —60 55	60 28
7	87 15	65 30 —65 40	65 35
8	89 12	78 10	78 10

Unter Mitte ist das Mittel zwischen den äussersten Werthen, also nahezu die mittlere Position der Fläche gegeben.

Dieses Verhalten spricht für ein klinisches Krystallsystem.

Stellen wir dementsprechend alle Krystalle so auf, dass der kleinere Winkel cm vorne liegt, so ergeben sich an jedem Krystall die Winkel cd, ce, de der rückwärtigen Seite grösser, als die analogen $c\delta$, $c\varepsilon$, $\delta\varepsilon$ der vorderen, eine Uebereinstimmung, welche die obige Annahme über das System bestätigt.

In der Zone cm macht eine einzige Beobachtung (am Krystall Nr. 3) eine Ausnahme, welche jedoch der Unregelmässigkeit der betreffenden Fläche wegen keinen grossen Belang hat, vielleicht auch damit zusammenhängt, dass dieser Krystall in der Zone $[cpmq]$ die einzige Ausnahme vom gleichsinnigen Fortschreiten von cm und ecm bietet. Krystall 9 jedoch zeigt an zwei gut messbaren q und p Flächen Uebereinstimmung mit der obigen Regelmässigkeit.

Ebenso spricht die Erscheinung der Brillenfigur insbesondere am Krystall 6 in Zusammenhang mit der Messung der Zwillingsflächen $c\{c\} = 2° 57'$ für ein klinisches System.

Für das trikline System spricht der Habitus der kleinen aufgelagerten Kryställchen auf der Tafel von Nr. 1; da jedoch die Beobachtungen viel zu wenig genau sind, um zu beiden Seiten der Zone $ced\delta\varepsilon$ Abweichungen ermitteln zu können, scheint es angemessen, vorderhand das monokline System anzunehmen.

Behufs Ermittelung der Indices und Elemente stelle ich im Folgenden zunächst alle Messungen zusammen, wobei in einer Zone auch die Summe oder Differenz zweier Winkel als beobachtet angesetzt erscheint, welche Fälle leicht durch Vergleich mit der Angabe der Einzelbeobachtungen zu

Digitized by Google

erkennen sind; in solchen Fällen ist die kleinere Repetitionszahl und die schlechtere Classification der Messung angenommen; letztere ist durch die Gewichte 1 sehr schlecht, 2 schlecht, 3 mittelmässig, 4 ziemlich gut, 5 gut bezeichnet.

Aus allen Mittelwerthen eines Winkels wurde ein Gewichtsmittel gebildet und die Summe der Gewichte der Einzelwerthe dazugesetzt.

Tabelle II.

Flächen	Krystall	Mittelwerth	Repet.	Güte
ce	2	38° 52,0′	5	2
	5	37 25,6	5	2
	6	38 1,2	10	5
	7	37 31,6	5	1
	8	37 47,5	10	4
		37 57,3		14
cd	6	49 6,7	20	5
	7	48 1,8	5	1
	8	47 45,6	10	3
		48 32,5		9
de	6	11 5,5	10	5
	6	11 15,5	10	5
	7	10 30,2	5	1
	8	9 58,1	10	3
		10 11,9		14
cε	2	37 21,0	25	3
	7	36 47,2	5	1
		37 12,6		4
cδ	6	47 28,6	15	4
	7	47 17,0	5	1
	9	46 44,0	5	5
		47 5,1		10
δε	7	10 29,8	5	1
cm	1	86 2,0	10	2
	2	84 38,0	10	1
	3	87 15,3	15	3
	6	85 2,0	5	1
	7	87 15,0	1	1
	8	89 12,0	5	3
		87 7,4		11

Digitized by Google

Flächen	Krystall	Mittelwerth	Repet.	Güte
cq	2	74° 52,5′	10	1
	3	73 7,1	18	3
	9	73 34,4	5	5
		73 34,0		9
cp	3	73 52,7	10	1
	9	72 7,6	5	5
		72 25,1		6

Für die ebenen Winkel ecm oder εcm ergiebt ein und dieselbe Contour m oft eine Reihe der verschiedensten Werthe, da diese Fläche in der zu c nahe senkrechten Zone entweder mehrfach gebrochen oder gekrümmt erscheint; es war daher zwecklos, wie oben bei den anderen Winkeln ein Mittel für jeden Krystall zu gewinnen und daraus ein Gesammtresultat abzuleiten, da offenbar jene Unregelmässigkeiten durch Oscillation mehrerer verschiedener Flächen erzeugt werden; ich stelle desshalb alle überhaupt (auch an einigen zwischen Glasplatten geklebten Krystallen) erhaltenen Resultate, nach aufsteigender Grösse geordnet, zusammen, wie folgt:

Tabelle III.

47° 3′	60° 40′	62° 10′	66°	72°
54	60 55	62 13	66 3′	72
55 20	61	62 30	66 30	72
55 20	61	63	66 40	72
55 30	61	64 30	67	73 20′
57 47	61	64 40	67	74 30
58 30	61	64 40	67 40	74 43
59 30	61 40	65 30	68	75 40
59 50	61 40	65 40	68 30	77 50
60	61 30	65 45	71 20	78 40
60	61 30	65 50	71 30	
60 30	62	65 50	71 50	

Wir betrachten zuerst die Zone $[\delta eced]$.

Setzen wir c als (001), die Zone als [010], so bieten sich uns δ und d, ε und e als paarweise zusammengehörig dar; unter dieser Annahme finden wir für ac

aus ce und $c\varepsilon$ — ac = 88° 59,9′,
aus cd und $c\delta$ — ac = 88 40,4,
oder im Mittel ac = 88 50′,2.

Digitized by Google

Die Richtigkeit dieses Werthes wird bestätigt durch die Messung der Flächen $c\{c\}$ am Zwilling Krystall Nr. 6 mit $c\{c\} = 2^0\,57'$, woraus sich unter der Annahme eines Zwillings nach [001] der Winkel ac berechnet zu $ac = 88^0\,31',5$.

Wählen wir ε und e als $(10\bar{2})$ und $(\bar{1}02)$ — das Vorwalten von $c\,(001)$ lässt es wünschenswerth erscheinen, die Axe Z grösser als X anzunehmen — so erhalten wir

$$\begin{aligned} \text{aus } ce - a : c &= 0{,}6510 \\ c\varepsilon - a : c &= 0{,}6482 \\ \text{im Mittel } &\quad 0{,}6496 \end{aligned}$$

mittelst letzterer Zahl bekommen wir, wenn (hol) und $(\bar{h}ol)$ die Zeichen von δ und d sind

$$\text{für } d \ldots . \frac{l}{h} = 1{,}391 \quad \text{und für } \delta \ldots . \frac{l}{h} = 1{,}400.$$

Setzen wir dafür $\frac{4}{3} = 1{,}5$; $\frac{4}{3} = 1{,}333$; $\frac{7}{5} = 1{,}4$ so ergeben sich die folgenden Winkel:

Tabelle IV.

gemessen			gemessen		
$001,\bar{2}03$	48^0	$32',5$	$001,203$	47^0	$5',1$
$001,\bar{3}04$	46	20,4	$001,304$	45	8,8
$001,\bar{5}07$	49	46,1	$001,304$	48	26,4
	48	21,1	$001,507$	47	4,7.

Die ersteren beiden Annahmen geben zu grosse Differenzen gegen die Beobachtung; wir müssen daher $d = (\bar{5}07)$; $\delta = (507)$ setzen; dann erhalten wir aus den Winkeln cd und $c\delta$

$$\begin{aligned} \text{aus } cd;\ a : c &= 0{,}6454 \\ c\delta;\ a : c &= 0{,}6495 \end{aligned}$$

oder im Mittel der vier Werthe $a : c = 0{,}6485$ mit $ac = 88^0\,50',2$, wobei in $\frac{a}{c}$ etwa eine Unsicherheit von 4—5 Einheiten der dritten Stelle und in ac eine solche von beiläufig 15 bis 20 Minuten vorhanden sein dürfte.

Weit weniger Genauigkeit geben die anderen Zonen, so dass es schwierig ist, noch einen weiteren verlässlichen Winkel zu gewinnen; die grossen Schwankungen der Prismenzone und der Winkel cm wurden schon oben in der Tabelle I ersichtlich gemacht; hierzu kommt noch, dass mit Ausnahme der Beobachtung am Krystall Nr. 8 alle Winkel cm kleiner als die Axenwinkel erhalten wurden, während sie doch grösser als der letztere sein müssen; und auch die Beobachtung $cm = 89^0\,12'$ würde mit dem ebenen Winkel $\varepsilon cm = 78^0\,10'$ combinirt $ac = 86^0\,6'$ ergeben.

Es ist desshalb angezeigt, zunächst auf die Tabelle III der ebenen Winkel εcm oder $[ac]$ $[cm]$ zurückzugreifen. Wir sehen zunächst eine auf-

Digitized by Google

fallende Anhäufung von Werthen an drei Stellen: in der Gegend von 61°, von 66° und bei 72°; fassen wir nun derartige Gruppen zusammen und gränzen wir dieselben dort ab, wo ein Sprung von mindestens einem Grad eintritt, so bekommen wir die erwähnten drei grösseren Gruppen:

Tabelle V.

	Grenzen	Mittelste Beob.	Mittel	Anzahl
III.	59° 30′ bis 63° 0′	61° 0′	61° 7,3′	21
IV.	64 30 - 68 30	66 0	66 13,4	17
V.	71 20 - 72 0	72 0	71 48,6	7

ferner 4 kleinere:

Tabelle VI.

I.	55° 20′ bis 55° 30′	55° 20′	55° 23,3′	3
II.	57 47 - 58 30	—	58 8,5	2
VI.	74 30 - 75 10	74 43	74 47,7	3
VII.	77 50 - 78 10	—	78 0,0	2

Wären die Gruppen nicht bereits durch so grosse Zwischenräume von einander geschieden, so müsste zu demselben Zwecke die Vertheilungsdichtigkeit der Werthe als Function der Grösse derselben bestimmt und dann, statt der Gruppenmittel, die Maxima der Dichtigkeit ermittelt werden, an deren beiden Seiten die Dichtigkeit bis zu einem Minimum abnimmt.

Es liegt die Annahme nahe, dass die Mittelwerthe, um welche herum eine Anhäufung von Werthen stattfindet, solchen Flächen entsprechen, aus deren Oscillation die vorhandenen Begränzungen entstehen. Ist diess der Fall, so müssen bei der Näherung der Symmetrie an die monokline, die Tangenten der Winkel zu den Pinakoiden sowie die der ebenen Winkel in rationalen Verhältnissen stehen.

Wir haben nun die folgenden Werthe der Mittel, Anzahl Beobachtungen, Logarithmen der Tangenten, Verhältnisse der Tangenten zu der von III und Zeichen:

Tabelle VII.

Gruppe	Mittel	Anzahl	Log.-Tg.	Verhältniss	Zeichen
I.	55° 23,3′	3	0,16105	4 : 5,0056	540
II.	58 8,5	2	0,20660	8 : 9,0144	980
III.	61 7,3	21.	0,25843	1 : 1	110
IV.	66 13,4	17	0,35599	5,0076 : 4	450
V.	71 48,6	7	0,48335	5,0352 : 3	350
VI.	74 47,7	3	0,56577	2,0293 : 1	120
VII.	78 0,0	2	0,67253	5,1896 : 2	250

Digitized by Google

Berechnen wir aus allen Mitteln die entsprechenden ebenen Winkel von (100) zu (110), so ergiebt sich die folgende

Tabelle VIII.

Gruppe	Zeichen		Zahl
I.	540	61° 5,7′	3
II.	980	61 5,0	2
III.	110	61 7,3	21
IV.	450	61 9,5	17
V.	350	61 17,5	7
VI.	120	61 28,4	3
VII.	250	62 0,9	2

Der in der Mitte stehende Werth 61° 9,5′ wird auch erhalten, wenn wir aus den drei grössten Gruppen III, IV und V mit Berücksichtigung der Zahl der in ihnen enthaltenen Werthe ein Gewichtsmittel berechnen; wir finden nemlich auf diese Weise

$$acm = 61^\circ\ 9{,}7\ (45)$$

und daraus wollen wir das Verhältniss $a : b$ berechnen; es wird $= 1{,}8161$ mit einer Unsicherheit von etwa 2 Einheiten der dritten Stelle. Somit haben wir die Elemente

$$a : b : c = 1{,}8161 : 1 : 2{,}8004;$$
$$\beta = 91^\circ\ 9{,}8.$$

Nun bleibt noch das Zeichen der Pyramiden p und q zu ermitteln.

Stellen wir dazu die für cq und cp gefundenen Werthe mit den an den betreffenden Krystallen beobachteten Prismenwinkeln zusammen, so ergiebt sich

Tabelle IX.

Krystall	Winkel	Werth	Gewicht	Prismengränzen	Prisma	Form
2	cq	74° 52,5′	1	55° 20—72° 0′	—	—
3	cq	73 7,1	3	60 0—60 55	60° 28′	110
9	cq	73 34,4	5	65 45—66 40	66 12,5	450
3	cp	73 52,7	1	60 0—60 55	60 28	110
9	cp	72 7,6	5	65 45—66 40	66 12,5	450

Die erste Beobachtung ist unbrauchbar wegen der grossen Schwankung der Prismenwerthe; ebenso die vierte wegen der Ungenauigkeit der Messung cp, welche einen grösseren Werth als für die rückwärtige Fläche ergeben hat.

Es bleiben die ziemlich guten Beobachtungen 2, 3 und 5 aus denen sich die Indices der Flächen ergeben zu

3. $q = (\bar{1}.1.1,001)$
9. $q = (\bar{4}.5.4,636)$
9. $p = (4.5.4,808)$

Digitized by Google

Die erste davon ergiebt mit Sicherheit $(\bar{1}11)$ als Zeichen von q; das Schwanken der beiden anderen zwischen den Werthen 4 und 5 macht es wahrscheinlich, dass in der Zone $[(001)\ (450)]$ überhaupt keine Pyramide auftritt, sondern dass in den Fällen, wo ein anderes als das Prisma (110) dominirt, die Flächen $(\bar{1}11)$ und (111) grösseren Unregelmässigkeiten ausgesetzt sind, als bei der Combination mit (110).

In die Projection Fig. 6, Taf. X sind die mit Sicherheit oder doch grosser Wahrscheinlichkeit beobachteten Formen eingetragen; man sieht daraus, dass der Zonenverband ein sehr lockerer ist, ohne dass selbst durch erhebliche Veränderungen an den Indices derselbe verstärkt werden könnte.

Es erübrigt noch, die Messungen und Beobachtungen an Zwillingskrystallen zu discutiren.

Krystall Nr. 6 zeigt für das eine aufgewachsene Individuum eine Neigung $\{c\}c$ von 2° 57′, woraus sich das Gesetz Zwillingsaxe $\{[001]\}$ ergiebt; der unter dieser Annahme berechnete Werth von $c\{c\}$ wird 2° 19,6.

Auch das Auftreten der Brillenfigur an diesem Krystall spricht für diese Auffassung, wenngleich bei dem Umstand, als die beiden Individuen nur aneinander, nicht ineinander gewachsen erscheinen, die Entstehung jener Interferenzfigur durch eine geringe Differenz in der Lage gleichsinniger Platten nicht völlig ausgeschlossen ist.

Der Krystall Nr. 3 zeigt durch die Lage der Prismenfläche, dass die mit ε bezeichnete, in der Zeichnung Fig. 4 nach vorn abfallende Fläche der Reihe der vorderen Hemidomen angehört; daraus, dass die nach unten abfallende Kante dieser Fläche mit der nach links fallenden Fläche d des zweiten Individuums mit der Streifenrichtung des letzteren einen Winkel von 29° 13, somit zu den Streifungslinien des ersten Krystalls einen solchen von 46° 1′ bildet, geht hervor, dass der Winkel $c\varepsilon$ merklich kleiner sein muss als cd; nehmen wir desshalb probeweise an, dass die mit ε bezeichnete Fläche wirklich e sei, und rechnen*) aus den gegebenen Grössen

$$c\varepsilon = 37^0\ 12{,}9;\ \varepsilon cd = 104^0\ 46{,}0;\ dcP = 119^0\ 13',0$$

den Winkel cd, so finden wir dafür den Werth 48° 13,7, also gleich dem Werthe 48° 24,1 für die wirkliche Fläche d; wobei natürlicherweise die grosse Uebereinstimmung beider Werthe zufällig ist. Für diese Lage ergeben sich zwei mögliche Zwillingsaxen; entweder die Normale zu einer in

*) Die Rechnung stellt sich folgendermassen:

Ist P der Pol der Zone $d\varepsilon$ (Fig. 7, Taf. X), so ist cP parallel der Trace der Kante $d\varepsilon$ auf c; $cE \perp c\varepsilon$ die Kante c zu ε; ebenso die Kante c zu d parallel $c\Delta \perp cd$; $\Delta cP' = 29^0\ 18'$; $P'cE = 46^0\ 1'$; $\Delta cE = 75^0\ 14'$; $\varepsilon cd = 104^0\ 46{,}0'$; $dcP = 119^0\ 13{,}0'$ im Dreieck $c\varepsilon P$ ist $P\varepsilon = 90^0$, daher $\cot cP = \cos \varepsilon cP \operatorname{tg} c\varepsilon$; ebenso in dcP die Seite $dP = 90^0$, folglich $\cot cd = \cos dcP \operatorname{tg} cP = \dfrac{\cos dcP}{\cos \varepsilon cP \operatorname{tg} c\varepsilon}$.

Digitized by Google

der Prismenzone gelegenen Fläche n, wofür $an = \frac{104^0\,46}{2} = 52^0\,23$; diese Fläche hätte das Zeichen

(750) wofür $an = 52^0\,22',3$

oder die Normale zu c (001) mit einem Drehungswinkel von 75° 14 oder von 74° 36,2 bis 74° 36,4, nemlich entsprechend dem Winkel (100) 120, oder dem ebenen Winkel acm_6.

Die Nothwendigkeit, solche Zwillinge mit einer Drehung um den Winkel zweier Flächen zuzulassen, geht aus der Beobachtung Descloizeaux's*) am salpetersauren Cerammoniak hervor; diese Substanz besitzt Zwillinge, die nur durch eine Drehung um den Winkel (101) (10$\bar{1}$) erzeugt werden können; derartige Gebilde sind auch vollkommen wahrscheinlich, sobald man von einer mechanischen Erklärung der Zwillingsbildung ausgeht**), da sich hierbei nahe gleiche Winkel einander substituiren können; so im Falle des salpetersauren Doppelsalzes der Winkel: 59° 0 für 58° 30.

Dass derartige Zwillinge nicht öfter constatirt werden, mag zum grossen Theile davon herrühren, dass die Mehrzahl der Zwillingsfälle mehrdeutig sind, und man bisher fast nur solche Gesetze annahm, welche sich auf eine mögliche Kante oder Flächennormale als Axe und einen Drehungswinkel von 180° beziehen.

Ein solches Zwillingsgesetz könnte passend mit dem Drehungswinkel in Klammern bezeichnet werden, also hier $\{am_6\}$ oder $\{acm_6\}$.

Ich schliesse hier noch die Tabelle X der berechneten und gemessenen Winkel an:

Tabelle X

		gerechnet	gemessen
ac	100.001	88° 50,2	—
$a\delta$	100.507	41 42,6	—
$a\varepsilon$	100.102	51 38,3	—
$\bar{a}e$	$\bar{1}$00.$\bar{1}$02	53 5,9	—
$\bar{a}d$	$\bar{1}$00.$\bar{5}$07	42 45,7	—
$c\delta$	001.507	47 7,6	47° 5,1'
$c\varepsilon$	001.102	37 11,9	37 12,6
ce	001.$\bar{1}$02	38 3,9	37 57,3
cd	001.$\bar{5}$07	48 24,1	48 32.5
$\delta\varepsilon$	507.102	9 55,7	10 29,8
de	$\bar{5}$07.$\bar{1}$02	10 20,2	10 41,9
$c\{c\}$	001{|001|}001	2 19,6	2 57,0

*) Descloizeaux, nouv. réch. Sav. étr. 18. 628.

**) Vgl. Brezina, diese Zeitschr. 8. 269.

Digitized by Google

		gerechnet	gemessen
acm_1	| 010 || $\bar{8}90$ |	55 27,6	55 23,3
acm_2	| 010 || $\bar{4}50$ |	58 13,4	58 8,5
acm_3	| 010 || $\bar{7}10$ |	61 9,7	61 7,3
acm_4	| 010 || $\bar{5}40$ |	66 13,6	66 13,4
acm_5	| 010 || $\bar{3}20$ |	71 43,0	71 48,6
acm_6	| 010 || $\bar{2}10$ |	74 36,4	74 47,7
acm_7	| 010 || $\bar{5}20$ |	77 34,8	78 0,0
am_1	100.980	55 27,3	—
am_2	100.540	58 13,1	—
am_3	100.110	61 9,4	—
am_4	100.450	66 13,3	—
am_5	100.350	71 42,8	—
am_6	100.120	74 36,2	—
am_7	100.250	77 34,6	—
cq	001.$\bar{7}11$	73 8,5	73 7,1
cm_3	001.110	89 26,3	87 15,0
cm_1	001.980	89 20,4	—
cm_2	001.540	89 23,2	—
cm_4	001.450	89 31,9	87 15,0
cm_5	001.350	89 38,1	—
cm_6	001.120	89 41,5	—
cm_7	001.250	89 45,0	89 12,0

Endlich sind die an den einzelnen Krystallen beobachteten Combinationen — wobei α die im Gleichgewicht mit m stehende, aber nicht näher bestimmbare Abstumpfung der Kante $(c\,a)$ bedeutet —

- Krystall 1. $c\ \alpha\ m_1\ m_2\ m_3\ m_4\ m_5\ m_6$
- 2. $c\ e\ \varepsilon\ q?\ m_1\ m_3\ m_4\ m_5$
- 3. $c\ \varepsilon\ q\ p?\ m_3\ \{a\,m\}\ c\ d\ m$

oder

$\{(750)\}$

- 4. $c\ \alpha\ m_2\ m_3\ m_4\ m_6$
- 5. $c\ e\ m_4\ m_5\ m_7$
- 6. $c\ e\ d\ \delta\ m_3\ m_4\ \{[001]\}\ c\ \delta?$
- 7. $c\ e\ \varepsilon\ \delta\ m_4$
- 8. $c\ e\ d\ m_7$
- 9. $c\ \delta\ q?\ p?\ m_4$

§ 3. Physikalische Eigenschaften.

Spaltbarkeit: Der dominirende Charakter von c, der die Krystalle als ungemein dünne Blättchen erscheinen lässt, die etwas perlmutterähnliche

Digitized by Google

Beschaffenheit des Glasglanzes auf dieser Fläche sowie das Auftreten von Flitterchen parallel dieser Ebene bei Zertrümmerung von Krystallen erweisen das Vorhandensein einer vollkommenen Spaltbarkeit nach c (001).

Andrerseits zeigt das regelmässige Auftreten von glasglänzenden, etwas muschligen Bruchflächen beim Zerbrechen der Tafeln, dass senkrecht zu der Basis keine vollkommene Spaltbarkeit vorhanden sein kann; Spaltung nach einer Fläche m tritt zuweilen auf, sie schwankt zwischen deutlich und undeutlich und gehört entweder der Form m_2 oder m_3 an, ohne dass sich mit Sicherheit angeben liesse, welcher von beiden.

An einem Bruchstücke ohne Prismenflächen wurde eine ziemlich deutliche Spaltbarkeit nach einer der e oder ε Flächen gefunden.

Härte = 2,5.

Tenacität wenig elastisch, eher spröde.

Doppelbrechung: Auf (001) erscheint das Axenbild, Axenebene parallel der Streifungsrichtung; Charakter der Doppelbrechung negativ, Axendispersion stark $\varrho < v$, horizontale Dispersion der Hauptschnitte nicht wahrnehmbar; die Bisectrix ist so genau senkrecht zu 001, dass eine Abweichung — bei der Dünne der Krystalle — nicht durch Messung constatirt werden kann; optisches Schema

$$(001)\, c\, \underline{a} = \pm\, 0^0\, 0$$

Axenwinkel in Luft

	Platte II	Platte I	Krystall 7
Li	—	59° 1′,6	—
Na	65° 17′,9	65 39,8	66° 53,′3
Tl	—	—	68 39,0

Die Einstellung für *Li* ist unsicher, da mir momentan kein reines, sondern *Na*-haltiges Lithium zur Disposition stand, wodurch bei der starken Axendispersion verwaschene Hyperbeln entstanden.

Farbe span- bis smaragdgrün

auf 001 Schwingungen ‖ c gelblichgrün
- ‖ b blaulichgrün

Grössere einzelne oder fächerförmig angeordnete Krystalle dunkelsmaragdgrün; kleine zu Rosen gruppirte spangrün.

Strich etwas heller.

Durchsichtig; auf 001 starker Glasglanz, zuweilen, besonders bei kleineren Individuen perlmutterartig; auf den Flächen der Zone $|ced|$ und auf Bruchflächen starker, auf den Flächen m und q schwacher Glasglanz.

Zuweilen sind die Krystalle milchig getrübt, und zwar dann, wenn zwischen ihnen als jüngste Bildung kleine, aus Malachit und Calcit bestehende Kügelchen aufgewachsen sind, ohne dass solche Herrengrundite auf Kohlensäure reagiren.

Digitized by Google

Die Analyse ergab Herrn Dr. Berwerth die folgenden Zahlen, wobei neben die direct erhaltenen die nach Abzug der zum CaO gehörigen SO_3 und H_2O Mengen resultirenden gesetzt sind

	gefunden	nach Abzug des Gyps
SO_3	24,62	23.04
CuO	54,16	57,52
CaO	2,05	—
H_2O	19,61	19,44
	100,44	100,00

Die Wasserbestimmung durch Glühen ergab stark abweichende Zahlen, wesshalb sich Herr Dr. Berwerth vorbehält, diese Bestimmung nach anderen Methoden zu controliren.

Das Vorkommen mit Gyps und theilweise Malachit und Calcit auf Grauwackenschiefer wurde schon eingangs erwähnt; in letzter Zeit stellte mir Herr Professor J. J. Pohl ein Stück seiner Sammlung zur Verfügung, welches den Herrengrundit mit Warringtonit vergesellschaftet zeigt; eine Scholle von Grauwackenschiefer zeigt auf einer Seite eine etwa 5 mm dicke Schichte von fleischrothem, körnigen Gyps, sodann dieser parallel eine Schichte von derbem Fahlerz, das an den Stellen wo es zu Tage getreten war, von einem Gemenge von verworren blättrigem Herrengrundit mit körnigem Warringtonit bedeckt ist; auf einzelnen Stellen der Schollenfläche sitzen Drusen von grossblättrigen, etwas bläulichgrünen Herrengrunditkrystallen mit Hunderten von theils vereinzelten, theils zu kleinen Drusen vereinigten dunkelsmaragd- bis schwärzlichgrünen Warringtoniten von denen weiter unten noch die Rede sein wird; hie und da zeigen sich spärliche Gypskryställchen. Zu diesen, den secundären Bildungen jüngsten Alters, welche in neuerer Zeit in Herrengrund erscheinen, gehört auch ein schönes Vorkommen von himmelblauem Devillin — Gemenge von Langit und Gyps —, das, zum Theil noch Holztheile umschliessend, in welligen Aggregaten erscheint und bis auf die Farbe dem englischen Vorkommen völlig gleicht; auch dieses Mineral wird nächstens näher untersucht werden.

Bezüglich des Zusammenvorkommens mit Gyps erinnere ich an den Versuch Schrauf's*), wonach sich ein Kalkspathspaltungsstück durch längeres Liegen in einer überschüssigen Kupfervitriol enthaltenden Lösung mit einer Kruste von Brochantitkryställchen und vereinzelten Gypsnadeln überzog; in derselben Weise zeigen unsere Stufen reichliche Herrengrundit- und spärliche Gypsbildung.

§ 4. Verwandte Substanzen.

Die nächsten Beziehungen ergeben sich zu den basischen Kupfersalzen, insbesondere der Brochantitgruppe.

*) Schrauf, Wien. Ac. Sitzb. (I) 67. 275. 1873.

Digitized by Google

Aus letzterer sind genauer untersucht:

1. Langit krystallographisch, optisch und chemisch.
2. Brochantit schwarzgrün und lichtgrün von Rezbanya; von Gumeschefsk, Nischne-Tagilsk und wahrscheinlich von Redruth — Typus I von Schrauf; ferner Schrauf, Typus III von Nischne Tagilsk; krystallographisch.
3. Warringtonit vom meisselähnlichen Habitus; Schrauf II. (Warringtonit, Rezbanya c und Banat) und Schrauf IV (Rezbanya); krystallographisch und chemisch.

Ferner von anderen Kupfersalzen:

4. Atacamit krystallographisch, optisch und chemisch.
5. Malachit - - - -

Im Folgenden wollen wir Kürze halber die Brochantite Typus I und III Schrauf mit »Brochantit«, Typus II und IV mit »Warringtonit« bezeichnen.

1. Langit.*)

Stellen wir den Langit so auf, dass seine optische Orientirung der des Herrengrundit analog wird, und verdoppeln die Axenlänge c, so erhalten wir

$$a : b : c = 1{,}870 : 1 : 2{,}374$$

Flächen (001) (100) 110) herrschend und nahezu im Gleichgewichte (001 etwas dominirend) — (101) (010) untergeordnet.

Spaltbarkeit (001) vollkommen, (100) deutlich.

Zwillingsbildung {(110)} analog dem Aragonit, mit dessen Zwillingen, namentlich vom Vesuv, die grösste Aehnlichkeit besteht.

	100	010	001
110	61° 52	28° 8	90° 0′
101	38 14	90° 0	51° 46

Der Prismenwinkel ist in diesem Falle mit dem Herrengrundit gemeinschaftlich (61° 9 am letzteren); in der Zone ac findet beträchtliche Abweichung statt ((001). (102) = 32° 24 am Langit).

Optische Orientirung $bc\underline{a}$ — also Axenebene parallel 100, Bisectrix normal zu 001, wie am Herrengrundit.

Axenfarben: auf c Schwingungen ∥ c grünlichblau ∥ b blau
auf a Schw. ∥ c dunkler grünlichblau ∥ a heller blaugrün

diese Verhältnisse zwischen Langit und Herrengrundit sind genau diejenigen, wie sie zwischen dimorphen Substanzen zu bestehen pflegen, eine gewisse Aehnlichkeit in den Dimensionen, welche in einer Zone besonders gross ist, in der andern geringer wird; auch die Analogie in den optischen Verhältnissen, insbesondere in jenen des Pleochroismus, ist von Wichtigkeit, da uns die letzteren häufig gestatten, zwei Substanzen mit gemein-

*) Maskelyne, Phil. Mag. 4. 29. 473. 1865.

Digitized by Google

samem färbenden Elemente — hier das Kupfer — bezüglich der inneren Anordnung des letzteren parallel zu stellen.

Noch eine zweite Aufstellung des Langit wäre möglich, wodurch je eine Zone der beiden Substanzen gleich würde, nemlich

$$a : b : c = 1{,}899 : 1 : 2{,}912$$

Flächen (100) (001) (054) — (102) (010)
Spaltbarkeit (100) vollk. — (001) deutlich
Zwillingsbildung {(054)}

	100	010	001
054	90° 0	28° 8	61° 52′
102	51° 46	90° 0	38° 14
110	62° 14	27° 46	90° 0

Optische Orientirung $a\,c\,b$.

Bei dieser Aufstellung wäre die Aehnlichkeit der Dimensionen noch grösser, der Winkel (001) (102) sehr nahe gleich, die Abweichung in der Zone ab nicht so gross, wie im ersten Falle die in der Zone ac; dagegen wäre für die letztere Lesart die Annahme des dominirenden Prisma des Langit als (054) ganz widernatürlich, da wir aus vielerlei Gründen das mit der Basis und der Abstumpfung der spitzen Kanten vereinigte, nahezu hexagonale Prisma, besonders wenn es, wie gewöhnlich der Bisectrix parallel ist, als Grundprisma wählen müssen.

2. Brochantit.*)

Stellen wir den Brochantit so auf, dass wiederum eine gewisse optische Aehnlichkeit mit Herrengrundit besteht, so erhalten wir:

Krystallsystem triklin

$$a : b : c = 1{,}728 : 0{,}855 : 2{,}800\ **)$$

Axenwinkel $\alpha = 89° 37{,}8$; $\beta = 90° 57{,}4$; $\gamma = 89° 52'$

Flächen (100) (120) ($1\bar{2}0$) (110) ($1\bar{1}0$) ($\bar{1}02$) (102) (124) ($\bar{1}24$) ($\bar{1}\bar{2}4$) ($1\bar{2}4$)
b' e e' i i' m m' π' π p p'

herrschend, (101) ($\bar{1}01$) (203) (1, 6, 12) ($\bar{1}$, $\bar{6}$, 12)
r' r n' φ f

untergeordnet.

Spaltbarkeit (100) ausgezeichnet, ($\bar{1}02$) (102) in Spuren

Zwillingsbildung {(001)} {(010)} mit wiederholten polysynthetischen Einlagerungen.

*) Schrauf a. a. O.

**) Um die Aehnlichkeit der Zone ac hervorzuheben, wurde c nahe gleich dem des Herrengrundit gesetzt; dann sind, wenn (hkl) die Indices nach Schrauf, die unsrigen ($\bar{k}$, $\bar{l}$ $2h$).

Digitized by Google

Hier findet Uebereinstimmung der Zone ac mit Herrengrundit statt; wir haben

	100	010	001
102	51° 24,2		37° 38,2′
$\bar{1}02$	— 52 35,8		38 21,8
120	76 18,0	13° 50,2	90 8,0
$1\bar{2}0$	76 3,0	— 13 48,3	89 25,0
110	63 47,3	26° 20,6	89 54,6
$1\bar{1}0$	63 33,5	— 26° 18,3	89 15,1

so dass der Winkel 100,120 und dem entsprechend auch der zur nicht vorhandenen Fläche 110 um $1\frac{1}{2}$ bis 2° grösser ist, als der entsprechende des Herrengrundit.

Optische Orientirung. Auf (100), welches scheinbar der optischen Axenebene parallel ist, sind die Hauptschnitte parallel und senkrecht zur Kante (100) (102); Dichroismus ist auf diesen Flächen nicht wahrnehmbar.

Abgesehen von den grossen Unterschieden der Ausbildung zwischen Herrengrundit und diesem Brochantittypus ist eine völlige Verschiedenheit der Spaltbarkeit vorhanden; wäre die Spaltbarkeit des letzteren nach (100) in wenn auch geringerem Grade am Herrengrundit vorhanden, so müsste sie bei der ungemeinen Dünne der Blättchen sehr deutlich hervortreten.

Es stehen somit auch diese beiden Substanzen in einem morphologischen Verhältnisse, wie es zwischen dimorphen Substanzen zu bestehen pflegt, Aehnlichkeit der Dimensionen, insbesondere in einer Zone. Unmöglichkeit, sie auf einander zurückzuführen.

Wollte man nach der Spaltbarkeit den Brochantit mit dem Herrengrundit parallel stellen, so würde gar keine Uebereinstimmung der Zonen und beobachteten Flächen bestehen.

3. Warringtonit.*)

Die Krystalle dieses Typus lassen sich nahezu auf die Elemente des Brochantit beziehen, zeigen dieselbe Spaltbarkeit und, soweit ermittelt, auch gleiches optisches Verhalten.

Ihr Habitus ist abweichend von dem des Brochantit; es herrschen entweder (100) ($\bar{1}01$) (101) ($\bar{2}03$) (203) (120) ($1\bar{2}0$) (011) ($0\bar{1}1$) und die 4 Flächen (1,4,24) mit untergeordneten (001) (136) ($1\bar{3}6$) ($\bar{1}36$) ($\bar{1}\bar{3}6$) — Typus II Schrauf,

oder (3,0,14) ($\bar{3}$,0,14) (1,0,12) ($\bar{1}$,0,12) und die Flächen (1,4,24) mit untergeordneten (001) (011) ($0\bar{1}1$) (120) ($1\bar{2}0$) und (101) ($\bar{1}01$) — Typus IV Schrauf.

Krystalle der letzteren Ausbildung haben zur chemischen Untersuchung

*) Schrauf, a. a. O.

Digitized by Google

Ludwig's*) gedient, wodurch nachgewiesen wurde, dass diese Verbindung um zwei Molecüle Wasser weniger enthält als der Langit, und dass dasselbe nicht als Hydratwasser, sondern in Atomverbindung enthalten ist.

Der Warringtonit, welcher nach der unvollständigen Beschreibung Maskelyne's ebenfalls hierhergehört — ob zur ersten oder zweiten Ausbildungsweise lässt sich nicht entscheiden — steht chemisch zwischen Langit und dem Warringtonit Typus IV Schrauf, er besitzt nemlich um ein Molecül Wasser mehr als letzterer.

Hierher gehören auch die mit dem Herrengrundit zusammen vorkommenden Krystalle, die das Aussehen platter Spulen oder Meissel besitzen, etwa wie wenn die linken Hälften von Schrauf's Fig. 25 oder 24 parallel mit den *b*-Flächen aneinandergewachsen wären (Meissel), eventuell wie zwei solche mit den schmalen *b*-Flächen aneinandergewachsene Meissel (Spulen); die Kryställchen, an denen nur die den Spaltungsflächen parallelen Ebenen 100 scharf und glänzend sind, messen nach den Axen *OA*, *OB* und *OC* etwa 0,2 bis 0,3 beziehungsweise 0,1 bis 0,25 und 0,01 bis 0,03 mm, und zeigen auf einer Fläche, welche beiläufig 001 parallel ist, die Schwingungen parallel *a* (b) grün, parallel *b* (c) bläulich; Spuren von Lemniscaten waren auch mittelst der Bertrand-Lasaulx'schen Methode nicht sichtbar, während das letztere Verfahren selbst die dünnsten Herrengrunditflitter sicher erkennen lässt.

Eine genauere krystallographische Untersuchung an Individuen vom zweiten Habitus werde ich demnächst geben.

4. Atacamit.

Wird auch dieses Salz optisch analog aufgestellt, wie Langit und Herrengrundit, so erhalten wir:

Krystallsystem rhombisch

Elemente $a : b : c = 1{,}760 : 1 : 2{,}662$**)

Herrschende Flächen *m* (101) *e* (012) *a* (001) *c* (010) *s* (102) — untergeordnet *b* (100) *t* (506) *l* (203) *k* (103) *x* (104) *u* (210) *d* (034) *i* (0,9,20) *o* (011) *g* (016) *z* (212) *n* (211) *f* (412) *q* (414) *y* (614) *z* (616) *v* (716) *w* (919).

Spaltbarkeit (001) vollkommen, (210) deutlich.

Die Uebereinstimmung mit Herrengrundit ist bezüglich der Elemente sehr gross, wogegen von den herrschenden Flächen nur (001) und (102) gemeinsam sind. Für die analogen Winkel wird:

---

*) Ludwig, Tschermak, Min. Mitth. 1873. 38.

**) Die wichtigsten neueren Daten über Atakamit enthält die letzte zusammenstellende Arbeit v. Zepharovich's Wien. Ak. Sitzb. 1. 68. 120. 1873. Sind die Indices von Zepharovich *hkl*, so wird obige Aufstellung erhalten als 2*k*. *l*. 2*h*; zur leichteren Uebersicht habe ich oben seine Buchstaben beigefügt.

Digitized by Google

	100	010	001
102	52° 54,'3	90° 0,'0	37° 5,'7
110	60 23,8	29 37,2	90 0,0
210	41 20,9	48 30,1	90 0,0

Optische Orientirung (b c a); $\varrho < v$; Axenwinkel sehr gross; in Oel nach Descloizeaux.*)

roth	91° 50′	91° 33′	94° 30′	94° 1′
gelb	93 11	94 22	—	95 8
blau	100 23	102 30	105 1	102 54

5. Malachit.

Die Formenverwandtschaft dieses Minerals mit Brochantit hat schon Schrauf**) hervorgehoben; eine Zone ist gleich, in einer zweiten besitzt ein Winkel eine gewisse Aehnlichkeit; dagegen sind die Beziehungen zum Herrengrundit viel spärlicher. Nach der Aufstellung von v. Lang***) haben wir

System monoklin

Elemente $a : b : c = 0{,}7823 : 1 : 0{,}4036$; $\beta = 90° 3'$

Flächen (001) (110) (101) ($\bar{1}$04) ($\bar{1}$03) ($\bar{1}$02) ($\bar{1}$24) ($\bar{1}$34) ($\bar{1}$23) ($\bar{1}$12) ($\bar{3}$23) ($\bar{2}$21)

Spaltbarkeit (101) vollkommen (010) deutlich

	100	010	001
001	88° 57′	90° 0′	90° 0′
110	37 58	52 2	89 10
101	61 53	90 0	27 4
$\bar{1}$04	— 83 41	90 0	7 22
$\bar{1}$03	— 81 17	90 0	9 46
$\bar{1}$02	— 76 31	90 0	14 32

Optische Orientirung (100) $b\underline{a} = 66° 10'$

Axenwinkel in Luft:

Roth	80° 50′
Gelb	89 30
Blau	97 0

Durch den Winkel 100. 110 ist die Zone ab von Malachit gleich der ca an Brochantit; in den Zonen ac und cb findet eine Analogie zwischen

Malachit (100) (101) = 61° 53′ und

Brochantit (001) (012) = 57 49 statt, deren Differenz verbunden mit der Verschiedenheit der Axenneigung genügt, um die Elemente sehr ungleich zu machen; es ist nemlich für den Malachit in Brochantitstellung

*) Descloizeaux, nouv. réch. Sav. étr. 18. 549.

**) a. a. O.

***) V. von Lang, Phil. Mag. (4) 25. 482. 1863 und (4) 28. 502. 1864.

Digitized by Google

$$a : b : c = 2 : 0{,}807 : 3{,}128;$$

Axenwinkel $\alpha = 90°3$.

Die neuen Indices ergeben sich aus den v. Lang'schen zu k, l, $2h$, wenn letztere hkl sind.

Ebenso ergiebt der Vergleich mit dem Herrengrundit, dass hier die Analogie noch geringer ist. Wollte man beide Substanzen nach optischer Aehnlichkeit aufstellen, so müsste die Fläche 101 des Malachit zu 001, 010 aber zu 100 werden; dann erhielten die Flächen $(\bar{1}02)$ $(\bar{1}03)$ und $(\bar{1}04)$ die Zeichen (013), (0,4,13) und (014); im übrigen würden jedoch keine Flächencoincidenzen stattfinden.

Stellen wir nun die gefundenen Analogien tabellarisch zusammen, so ergiebt sich:

Tabelle.

	Parameter	Axenwinkel	opt. Schema		Spaltbarkeit	(001) (102)	(100) (110)
Herrengrundit	1,82 : 1 : 2,80	$\beta = 94° 10'$	$b\,c\,\underline{a}$	$\varrho < v$	(001) (110) (102) oder $(\bar{1}02)$	$37° 11{,}9'$ / 38 3,9	$61° 9{,}4'$
Langit I	1,87 : 1 : 2,37	—	$b\,c\,a$	$\varrho < v$	(001) (100)	(32 24)	61 52,0
Langit II	1,90 : 1 : 2,94	—	$a\,c\,\bar{b}$	$\varrho < v$	(100) (001)	38 44	(62 44,0)
Brochantit	1,78 : 0,86 : 2,80	$\alpha = 89\ 38$, $\beta = 90\ 57$, $\gamma = 89\ 52$	$b\,..$	?	(100) (102) $(\bar{1}02)$	37 38,2 / 38 21,8	63 47,8 / 63 38,5
Atacamit	1,76 : 1 : 2,66	—	$b\,c\,\underline{a}$	$\varrho < v$	(001) (210)	37 5,7	60 28,8

Die Winkelwerthe der letzten zwei Columnen stehen in runden Klammern, wenn die betreffende Fläche 102 oder 110 nicht beobachtet ist.

Aus den Resultaten der vorgeführten Vergleichungen, sowie den von Schrauf zusammengestellten chemischen Beobachtungen ergeben sich uns die folgenden Schlüsse:

Die chemische Untersuchung der basischen Kupfersulfate hat gezeigt, dass unter ihnen eine grosse Reihe von einander verschiedener chemischer Zusammensetzungen vertreten sind, welche eine continuirliche Reihe von Mischungen repräsentiren, deren zusammensetzende Glieder aus den vorhandenen Beobachtungen noch nicht ermittelt werden können.

Die krystallographische Untersuchung der Glieder dieser Reihe lässt drei von einander verschiedene, nicht auf einander beziehbare Formen erkennen, welche gleichwohl solche Analogien darbieten, wie diess bei dimorphen Körpern der Fall zu sein pflegt. Diese gesonderten Formen sind:

1. Die Langitform.

Rhombisch, $a : b : c = 1{,}87 : 1 : 2{,}37$ *)

*) Diese Aufstellung musste hier der Analogie mit dem monoklinen Glied wegen angenommen werden; sollte sich dieses als triklin erweisen, so könnten a und b durchwegs vertauscht werden.

Digitized by Google

herrschende Formen (001) (100) (110)
Spaltbarkeit (001) (100)
Zwillingsbildung {(110)} analog den Aragonitzwillingen.

2. Die Herrengrunditform.

Monoklin (Triklin?)

$$a : b : c = 1{,}82 : 1 : 2{,}80; \quad \beta = 91^\circ 10'$$

herrschende Form (001) — untergeordnet (102) ($\bar{1}02$) (507) ($\bar{5}07$) und eine Reihe von Prismen, deren häufigstes (110) dann ($\bar{4}50$).
Spaltbarkeit (001) vollkommen, (110) deutlich (102) oder ($\bar{1}02$ in Spuren bis deutlich.
Zwillingsbildung hauptsächlich {[001]}.

3. Die Brochantit- und Warringtonitform.

Triklin $a : b : c = 1{,}73 : 0{,}86 : 2{,}80$

$$\alpha = 89\tfrac{1}{2}; \quad \beta = 91; \quad \gamma = 90$$

herrschende Formen:
entweder: (100) (120) (110) (102) (124) und die gleichnamigen der anderen Octanten
oder: (100) (101) (203) (120) (014) (1,4,24) mit den gleichbezeichneten
oder: (3,0,14) (1,0,12) (1,4,24) mit ihren entsprechenden Repräsentanten der anderen Octanten
Spaltbarkeit (100) ausgezeichnet, ($\bar{1}02$) (102) in Spuren.
Wiederholte Zwillingsbildung nach {(001)} und {(010)}.

Unter den obigen drei Formen steht die des Herrengrundit dem Atacamit sehr nahe.

Die optische Orientirung ist bei allen diesen Substanzen übereinstimmend

$\underline{b}\,c\,\underline{a}$ mit $\varrho < v$ und starker Axendispersion.

Zum Schlusse erlaube ich mir, Herrn Ministerialrath v. Friese, welcher mir sein ganzes Material auf das freigebigste überliess, sowie Herrn Professor J. J. Pohl, welcher gestattete, mehrere Kryställchen von seinem Stücke abzunehmen, endlich Herrn Dr. Berwerth für die Ausführung der Analyse meinen verbindlichsten Dank abzustatten.

Digitized by Google

XXII. Krystallographisch-optische Untersuchungen organischer Körper.

2. Reihe.*)

Von

C. Bodewig in Köln.

(Mit 57 Holzschnitten.)

1. Pseudocumolsulfonsäure.

$C^6H^2 . CH^3 . SO^3H . CH^3 . CH^3 + 2H^2O$. Stellung 1. 6. 4. 3.

Jakobsen, Ber. d. d. chem. Ges. 1876, 9, 256; Ann. d. Chem. 146, 85.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}99131 : 1 : ?$$
$$\beta = 89^{0}1'$$

Auftretende Formen: $c = oP$ (001), $p = \infty P$ (110). Habitus kurz prismatisch, würfelähnlich. Farblos.

$$p : p = (110) : (1\bar{1}0) = *89^{0}\ 29'$$
$$p : c = (001) : (110) = *89\ 18$$

Die Krystalle spalten gut nach oP (001). Durch (001) sieht man einen Theil des Axenbildes. Die Ebene der opt. Axen ist senkrecht zu $\infty R\infty$ (010). Die Mittellinie macht mit der Normalen auf oP einen Winkel von circa 25° für *Na*-Gelb, nach hinten geneigt. Diese Mittellinie ist +.

2. Mesitylensulfonsäure.

$C^6H^2 . CH^3 . CH^3 . SO^3H . CH^3 + 2H^2O$. Stellung 1. 3. 4. 5.

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}96681 : 1 : 0{,}64377$$

*) 1. Reihe s. d. Zeitschr. 1, 583.

Digitized by Google

Fig. 1.

Die tafelförmigen Krystalle (s. Fig. 1.) zeigen folgende Formen:

$a = \infty \bar{P} \infty$ (100), $m = \bar{P}\infty$ (101),
$p = \infty P$ (110), $c = oP$ (001).

	Beobachtet:	Berechnet:
$p : p = (110) : (1\bar{1}0) =$	88° 4′	—
$c : m = (001) : (101) =$	33 39	33° 39½′
$a : m = (100) : (101) =$	56 20	56 20½
$m : m = (101) : (10\bar{1}) =$	*112 44	—
$p : m = (110) : (101) =$	66 31	66 31

Die Krystalle sind farblos, hygroskopisch und spalten vollkommen nach oP (001). Die Ebene der optischen Axen ist parallel $\infty \bar{P} \infty$, Axe b ist 1te Mittellinie und negativ. Der spitze Axenwinkel, gemessen an einer Platte parallel $\infty \breve{P} \infty$ in Oel, beträgt für *Li*-Roth und *Na*-Gelb circa 44½°. Eine Dispersion der opt. Axen war nicht wahrnehmbar, da die Hyperbeln nicht farbig umsäumt waren.

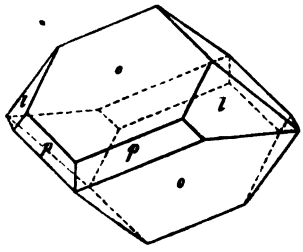
Der grosse Axenwinkel war an einer natürlichen Platte parallel c auch in Oel nicht messbar.

3. Cymolsulfonsäure.

$C^6H^3 . C^3H^7 . SO^3H . CH^3 + 2H^2O$. Stellung 1. 3. 4.

Jakobsen l. c.

Fig. 2.



Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 0{,}97756 : 1 : 0{,}83764$
$\beta = 62° 4′$.

Formen (Fig. 2):
$c = oP$ (001), $o = +P$ (111)
$p = \infty P$ (110), $l = 2\breve{P}\infty$ (021)

	Beobachtet:	Berechnet:
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	—	81°38′
$o : o = (\bar{1}11) : (\bar{1}\bar{1}1)$	*74° 58′	—
$c : o = (001) : (\bar{1}11)$	*60 31	—
$c : l = (001) : (021)$	56 0	55 57
$p : o = (\bar{1}10) : (\bar{1}11)$	50 9	50 15
$p : c = (110) : (001)$	*69 14	—

Die Krystalle dieser Säure sind farblos und ausserordentlich zerfliesslich; sie spalten vollkommen nach $oP = (001)$. Die Ebene der opt. Axen ist $\infty \breve{P} \infty$ (010).

Digitized by Google

4. α-Benzoylbenzoësäure.

$C^6H^4(COOH)(CH^2.C^6H^5)$. Stellung 1. 4. Schmelzpunkt 194°.

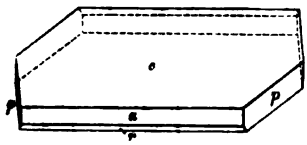
Darsteller: Zincke (s. Ber. d. d. chem. Ges. 1878, **11**, 1994).

Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 2{,}9403 : 1 : 13{,}199$

$\beta = 68°1'$

Fig. 3.



Farblose tafelförmige Krystalle mit folgenden Formen (s. Fig. 3):

$a = (100)\ \infty\breve{P}\infty$, $p = (110)\ \infty P$

$c = (001)\ oP$; $r = (\bar{1}01) = +\breve{P}\infty$

		Beobachtet:	Berechnet:
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$		*139° 44	—
$c : a = (001) : (100)$		*68 1	—
$a : r = (\bar{1}00) : (\bar{1}01)$		*12 42	—
$r : c = (\bar{1}01) : (001)$		99 0	99° 17′
$c : p = (001) : (110)$		83 26	82 36
$r : p = (\bar{1}01) : (\bar{1}10)$		70 37	70 23

Die Krystalle spalten vollkommen nach $\infty\breve{P}\infty$ (010).

Die Ebene der opt. Axen ist senkrecht zu (010).

Die eine Mittellinie macht mit der Normalen auf oP einen Winkel von circa 21° nach hinten geneigt, für *Na*-Gelb.

5. β-Benzoylbenzoësäure.

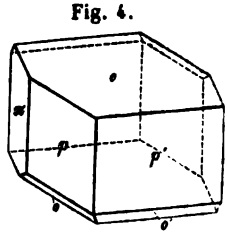
$C^6H^4(COOH)(CH^2.C^6H^5)$ Zincke. Stellung 1. 2. Schmelzpunkt 128°.

Krystallsystem asymmetrisch.

$a : b : c = 0{,}50684 : 1 : 0{,}63333$

$A = 104° 24'$	$\alpha = 99° 5'$
$B = 120\ 21$	$\beta = 118\ 23$
$C = 103\ 20$	$\gamma = 97\ 13$

Fig. 4.



Formen: $c = oP(001)$, $o = P(1\bar{1}\bar{1})$, $o' = P(11\bar{1})$, $p' = \infty P'(110)$, $p = \infty' P(1\bar{1}0)$, $\pi = \infty'\breve{P}3$ $(1\bar{3}0)$. Die Krystalle sind farblos, von bald kurz (s. Fig. 4), bald lang prismatischem Habitus.

		Beobachtet:	Berechnet:
$o' : c$	$= (11\bar{1}) : (00\bar{1})$	= *79° 36′	—
$o : c$	$= (1\bar{1}\bar{1}) : (00\bar{1})$	= *65 52	—
$o' : o$	$= (1\bar{1}\bar{1}) : (11\bar{1})$	= *52 36	—
$c : p'$	$= (001) : (110)$	= *58 32	—
$c : p$	$= (001) : (1\bar{1}0)$	= *66 40	—

Digitized by Google

		Beobachtet:	Berechnet:
$o : p$	$= (1\bar{1}\bar{1}) : (1\bar{1}0) =$	47° 20′	47° 28′
$o' : p'$	$= (11\bar{1}) : (110) =$	41 56	41 52
$p : p'$	$= (1\bar{1}0) : (110) =$	47 44	47 46
$\pi : c$	$= (\bar{1}30) : (001) =$	96 32	96 33
$p' : \pi$	$= (110) : (\bar{1}30) =$	96 9	95 53
$p : \pi$	$= (1\bar{1}0) : (13\bar{0}) =$	36 6	36 21
$\pi : o$	$= (13\bar{0}) : (1\bar{1}\bar{1}) =$	44 53	44 51
$\pi : o'$	$= (\bar{1}30) : (11\bar{1}) =$	91 56	92 0
$b^*) : c$	$= (010) : (001) =$	75 44	75 36
$b^*) : p'$	$= (010) : (110) =$	55 11	54 51
$b^*) : p$	$= (0\bar{1}0) : (1\bar{1}0) =$	77 15	77 23

Die Krystalle spalten nicht sehr gut nach $\infty P'$ (110), besser nach $b = \infty \breve{P}\infty$ (010).

Durch die Flächen p und p' bemerkt man im convergenten polarisirten Lichte je eine Axe. Die Ebene der opt. Axen würde auf dem nicht vorkommenden $\infty \bar{P}\infty$ (100) eine Trace von links unten nach rechts oben beschreiben.

6. Nitrometachlornitrobenzol.

$C^6H^3.Cl.NO^2.NO^2$. Stellung 1. 3. 4.

Laubenheimer, Ber. d. d. chem. Ges. 1876, 9, 761.

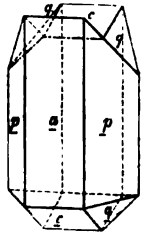
α-Modification. Schmelzpunkt 36,3°.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}8873 : 1 : 0{,}9810$$
$$\beta = 65° 46'$$

Formen: $a = \infty \breve{P}\infty$ (100), $p = \infty P$ (110), $q = \breve{P}\infty$ (011), $c = oP$ (001).

Fig. 5.



		Beobachtet:	Berechnet:
$p : p$	$= (110) : (1\bar{1}0)$	*119° 42′	—
$p : q$	$= (110) : (011)$	*43 5	—
$p : c$	$= (110) : (001)$	77 57	78° 6′
$q : c$	$= (011) : (001)$	*44 49	—
$q : q$	$= (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	—	83 38
$c : a$	$= (001) : (100)$	65 50	65 46
$q : \underline{q}$	$= (011) : (0\underline{1}\underline{1})$ anc	35 28	35 38

Die gelben, oft zolllangen Krystalle (Fig. 5) sind stets Zwillinge und immer nur an einem Ende, dem unteren der Figur, ausgebildet. Sie spalten vollkommen nach oP (001).

*) Spaltungsflächen.

Digitized by Google

Die Ebene der opt. Axen ist senkrecht zur Symmetrieebene. Die erste Mittellinie bildet für mittlere Farben mit der Normalen auf oP einen Winkel von ungefähr 6°.

Scheinbarer Axenwinkel in Luft, gemessen an Spaltungsplatten:

Für *Li*-Roth	*Na*-Gelb	*Tl*-Grün
44° 16′	45° 31′	46° 56′

Die Doppelbrechung der Substanz ist stark und negativ.

β-Modification. Schmelzpunkt 87°,1.

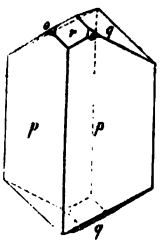
Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}6249 : 1 : 0{,}5600$$
$$\beta = 88° 33'$$

Formen (s. Fig. 6): $p = \infty P (110)$, $q = \breve{P}\infty (011)$, $r = -\breve{P}\infty (101)$, $o = -P (111)$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	*63° 57′	—
$p : r = (110) : (101)$	*54 53	—
$r : q = (101) : (011)$	*49 0	—
$q : p = (011) : (\bar{1}10)$	75 58	76° 8′
$q : p = (011) : (110)$	73 40	73 53
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	58 42	58 30
$r : o = (101) : (111)$	22 27	22 23

Fig. 6.



Die Krystalle sind langprismatisch, ohne nachweisbare Spaltbarkeit.

Die Ebene der opt. Axen ist parallel $\infty\breve{P}\infty (010)$, die eine Mittellinie macht mit Axe c im spitzen Axenwinkel einen Winkel von circa 22° für weisses Licht.

Der Winkel der opt. Axen für weisses Licht beträgt circa 106°, gemessen an einer Platte senkrecht zu jener Mittellinie; die letztere ist opt. negativ. Die Dispersion der Axen ist $\beta > \varrho$.

Genaue Schliffe sind wegen der stark blasenziehenden Eigenschaft der Substanz nicht anzufertigen.

γ-Modification. Schmelzpunkt 88°,8.

Die Krystalle der γ-Modification gehören, wie eine erneute optische Untersuchung zeigte, dem rhombischen Systeme an. Dieselben besitzen eine deutliche Spaltbarkeit. Die erste Mittellinie steht auf einer Spalt-Platte senkrecht, und gleicht das Axenbild im convergenten Lichte einem solchen mit gekreuzten Axen-Ebenen für verschiedene Farben. Die Untersuchung an einer guten Platte liess jedoch erkennen, dass keine Kreuzung der Axen-Ebenen, sondern nur eine sehr starke Dispersion der opt. Axen vorliegt. Die Winkel gemessen in Luft sind:

Digitized by Google

Für *Li*-Roth	*Na*-Gelb	*Tl*-Grün	Blau
$2E = 55^0\ 42'$	$47^0\ 17'$	$36^0\ 16'$	34^0 circa.

Das Blau wurde durch eine Kupferoxydammoniaklösung geliefert. Die erste Mittellinie ist +.

7. Chlordinitrobenzol.

$C^6H^3.Cl.NO^2.NO^2$(Stell. 1. 2. 3) + $C^6H^3.Cl.NO^2.NO^2$(Stell. 1. 3. 4).

Diese Molekularverbindung der beiden Chlordinitrobenzole wurde bei der Darstellung des Nitrometachlornitrobenzols von Herrn Laubenheimer erhalten, es konnte aber wegen der zu geringen Ausbeute nicht festgestellt werden, in welchem Verhältniss die beiden Componenten darin enthalten sind. Schmelzpunkt 38,8°.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}91894 : 1 : 5{,}5318$$
$$\beta = 85^0\ 59'.$$

Fig. 7.

Formen: $p = \infty P(110)$, $r = -P\infty(101)$, $c = oP(001)$. Siehe Fig. 7.

	Beobachtet	Berechnet
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	*124° 50'	—
$c : r = (001) : (101)$	*67 19	—
$p : r = (110) : (101)$	64 3	63° 59'
$c : p = (001) : (\bar{1}10)$	*91 51½	—

Die Krystalle spalten ziemlich gut nach $oP(001)$. Durch eine Spaltplatte bemerkt man beide opt. Axen vorn am Rande des Gesichtsfeldes in der Symmetrieebene dispergirt, einen scheinbaren Winkel von circa 45° für Gelb bildend. Die Mittellinie ist negativ.

8. Nitroorthochlornitrobenzol.

$C^6H^3.Cl.NO^2.NO^2$. Stellung 1. 2. 3.

Schmelzpunkt 73,5—74°. Laubenheimer.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}7485 : 1 : ?$$
$$\beta = 66^0\ 30'.$$

Formen: $p = \infty P(110)$, $c = oP(001)$. Die Krystalle sind hellgelb, bald kurz, bald langprismatisch.

$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	*116° 5'
$p : c = (110) : (001)$	*77 49

Spaltbarkeit nicht nachweisbar. Die Ebene der opt. Axen ist senkrecht zu $\infty P\infty$.

Digitized by Google

9. Isohydrobenzoïn-Anhydrid.

$$C^6H^5 - CH \\ C^6H^5 - CH > O.$$

Schmelzpunkt 101—102°. Darsteller: Zincke.

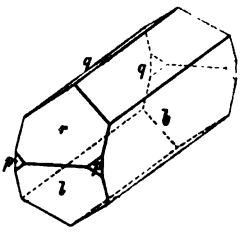
Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}52538 : 1 : 1{,}41870$$
$$\beta = 84° 8'.$$

Formen: $p = \infty P (110)$, $r = -\frac{1}{2}P\infty (102)$, $l = +\frac{1}{2}P\infty (\bar{1}02)$, $q = \frac{1}{2}P\infty (012)$, $b = \infty P\infty (010)$.

		Beobachtet:	Berechnet:
$q : q$	$= (012) : (0\bar{1}2)$	*70° 8′	—
$p : p$	$= (110) : (1\bar{1}0)$	—	54° 56′
$b : p$	$= (010) : (110)$	61 57	62 32
$p : r$	$= (110) : (102)$	*42 16	—
$r : l$	$= (102) : (10\bar{2})$	73 37	72 53
$p' : q$	$= (\bar{1}10) : (012)$	80 56	80 51
$p : q$	$= (110) : (012)$	68 3	68 15
$q : r$	$= (012) : (102)$	*56 54	—
$l : p$	$= (10\bar{2}) : (110)$	47 10	46 45
$l : q$	$= (10\bar{2}) : (01\bar{2})$	64 56½	65 3

Fig. 8.



Die farblosen Krystalle haben meist gekrümmte Flächen, daher die Differenzen der beobachteten und berechneten Werthe.

Sie spalten vollkommen nach $\infty P\infty (010)$. Die Ebene der opt. Axen ist senkrecht zu $\infty P\infty (010)$. Die der Axe b parallele Mittellinie ist negativ. Die eine von den in der Symmetrie-Ebene liegenden Mittellinien macht mit der Axe c im spitzen Winkel der Axen ac einen Winkel von ungefähr 7° für weisses Licht.

Der scheinbare Axenwinkel, gemessen an einer Spaltungsplatte, in Oel beträgt für:

Li-Roth	*Na*-Gelb
$2H = 115° 48'$	115° 54′.

10. Hydrobenzoïn-Anhydrid.

$$C^6H^5 - CH \\ C^6H^5 - CH > O.$$

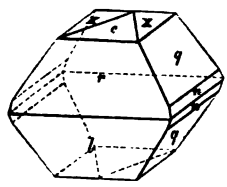
Schmelzpunkt 131—132°. Zincke.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}49584 : 1 : 1{,}48163$$
$$\beta = 82° 37'.$$

Digitized by Google

Fig. 9.



Formen: $c = o\,P(001)$, $q = \breve{P}\infty(011)$, $n = 2\breve{P}\infty$ (021), $r = -\breve{P}\infty(101)$, $l = +\breve{P}\infty(\bar{1}01)$, $x = +\frac{1}{m}P$ (nicht bestimmbar).

	Beobachtet:	Berechnet.
$r : l = (101) : (10\bar{1})$	$36^0\ 53\frac{1}{2}'$	$36^0\ 46'$
$c : r = (001) : (101)$	64 39	64 58
$c : l = (001) : (\bar{1}01)$	78 22	78 16
$r : q = (101) : (011)$	*76 14	—
$l : q = (\bar{1}01) : (011)$	*83 26	—
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	*111 32	—
$n : n = (021) : (02\bar{1})$	—	37 36
$n : q = (021) : (011)$	15 26	15 26
$n : r = (021) : (101)$	81 44	82 10
$n : l = (021) : (\bar{1}01)$	86 10	86 15
$(110) : (1\bar{1}0)$	nicht beobachtet	52 22
$(012) : (0\bar{1}2)$	- -	72 38

Die Krystalle sind farblos und spalten vollkommen nach $o\,P(001)$. Sie zeigen auf der Basis regelmässig Wachsthumsflächen, deren Indices indessen nicht zu bestimmen sind, da die Winkel dieser x genannten Flächen zu sehr schwankten.

Die Ebene der opt. Axen ist $\infty\breve{P}\infty$. Die erste Mittellinie ist + und macht mit der Normalen auf $o\,P$ einen Winkel von ungefähr $10\frac{1}{2}^0$ nach hinten (für *Na*-Gelb).

Der Winkel der opt. Axen, gemessen an einer Spaltungsplatte, in Oel beträgt für:

Li-Roth	*Na*-Gelb
$70^0\ 7'$	$70^0\ 37'$.

Im weissen Lichte erkennt man deutliche geneigte Dispersion.

11. Para-Nitrotoluol.

$C^6H^4.NO^2.CH^3$. Stellung 1. 4.

Schmelzpunkt 54°. Von Kahlbaum bezogen.

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}91074 : 1 : 1{,}0965.$$

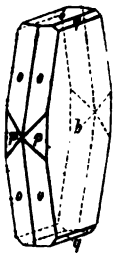
Formen: $p = \infty P(110)$, $q = \breve{P}\infty(011)$, $o = 2\breve{P}2(211)$; $c = o\,P(001)$, $b = \infty\breve{P}\infty(010)$.

Die dem Anisol ähnlich riechenden Krystalle sind von gelblichweisser Farbe und je nach dem Lösungsmittel, aus welchem sie anschiessen, ver-

Digitized by Google

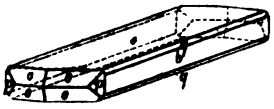
schieden ausgebildet; Fig. 10 stellt die aus Aether, Fig. 11 die aus Benzol erhaltenen Krystallformen dar.

Fig. 10.



	Beobachtet:	Berechnet:
$b : p = (010) : (110)$	47° 44½′	47° 44′
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	84 36½	84 38
$b : q = (010) : (011)$	42 7	42 22
$c : q = (001) : (011)$	47 54	47 38
$b : o = (010) : (211)$	*67 44	—
$o : o = (211) : (2\bar{1}1)$	45 34	45 38
$c : o = (001) : (211)$	*69 18	—
$o : o = (211) : (21\bar{1})$	41 17½	41 24
$p : o = (110) : (211)$	26 54½	27 4.

Fig. 11.



Spaltbarkeit vollkommen nach $= \infty \breve{P} \infty$ (010). Die Ebene der opt. Axen ist parallel $\infty \bar{P} \infty$ (100); der spitze Axenwinkel, gemessen an einer Spaltungsplatte, beträgt in Oel für

Li-Roth	*Na*-Gelb
57° 0′	57° 44′.

Die erste Mittellinie ist negativ.

Der grosse Axenwinkel war auch in Oel nicht messbar.

12. Orthodinitrotoluol.

$C^6H^3 . NO^2 . NO^2 . CH^3$. Stellung 1. 2. 4.

Von Kahlbaum bezogen. Schmelzpunkt 71°.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}85930 : 1 : 0{,}54076$$
$$\beta = 85° 12′.$$

Die beistehenden Figuren 12 und 13 stellen die flächenreicheren, aus Benzol erhaltenen Krystalle dar; beobachtete Formen: $c = o\,P(001)$, $l = \breve{P}\infty(011)$, $r = -\breve{P}\infty(101)$, $o = -P(111)$, $m = \infty\breve{P}2(120)$, $p = \infty P(110)$, $a = \infty\breve{P}\infty(100)$, $b = \infty\breve{P}\infty(010)$. Manchmal sehr verlängert nach der Vertikalaxe. Aus Aether krystallisirt die Substanz in einfacheren Formen, tafelförmig nach b, seitlich begrenzt von p und a, oben von r und c, letzteres sehr klein.

Fig. 12.

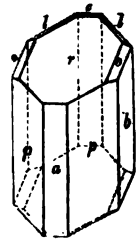
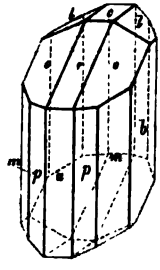


Fig. 13.



Digitized by Google

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (120) : (1\bar{2}0)$	—	119° 26′
$p : m = (110) : (120)$	18° 53½′	19 9
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	*81 8½	—
$r : p = (101) : (110)$	63 43	63 46
$r : c = (101) : (001)$	30 47	30 47
$r : a = (101) : (100)$	*54 25	—
$c : a' = (001) : (\bar{1}00)$	*94 48	—
$r : o = (101) : (111)$	23 23	23 44
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	—	47 28
$b : o = (010) : (111)$	66 21	66 16
$l : r = (011) : (101)$	40 34	40 52
$l : c = (011) : (001)$	28 1½	28 49
$c : p = (001) : (\bar{1}10)$	93 49	93 39

Die Krystalle sind gelb gefärbt. Eine Spaltbarkeit ist nicht nachweisbar.

Optische Axenebene senkrecht zu $(010)\,\infty\breve{P}\infty$; Axe b ist 2. Mittellinie; der stumpfe Axenwinkel ist selbst in Oel nicht messbar.

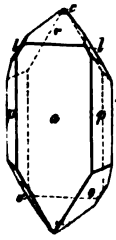
13. Phenylmonobrompropionsäure.

$C^6H^5.CH^2.CHBr.COOH$. Schmelzpunkt 137½°.

Erhalten durch Einwirkung von *HBr* in Eisessig auf Zimmtsäure-Aethyläther Anschütz und Kinnikut (unveröffentlichte Beobachtung).

Krystallsystem monosymmetrisch.

Fig. 14.

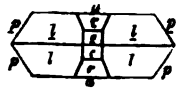


$$a : b : c = 1{,}3613 : 1 : 1{,}5962$$
$$\beta = 69° 14'.$$

Formen: $c = o\,P(001)$, $r = -\frac{1}{2}\breve{P}\infty(102)$, $l = \breve{P}\infty(011)$; $o = +P(\bar{1}11)$, $p = \infty P(110)$, $a = \infty\breve{P}\infty(100)$.

Farblose Krystalle von prismatischem Habitus. Direct bei der Darstellung aus Eisessig gewonnen, sind dieselben (stets Zwillinge) nicht messbar. Durch Umkrystallisiren aus Chloroform erhält man theils einfache Krystalle (s. Fig. 14), meist aber Zwillinge nach $(100)\,\infty\breve{P}\infty$, s. Fig. 15 in grad. Projection. Die letzteren zeigen stets mangelhaften Parallelismus der Flächen; mit Ausnahme der beiden letzten Messungen sind alle folgenden an einem einfachen Krystall erhalten.

Fig. 15.



	Beobachtet:	Berechnet:
$p : p = (110) : (\bar{1}10)$	*76° 23′	—
$p : o = (\bar{1}10) : (\bar{1}11)$	*30 12	—
$o : o = (\bar{1}11) : (\bar{1}\bar{1}1)$	*100 21½	—
$c : a = (001) : (100)$	69 1	69° 14′

Digitized by Google

	Beobachtet:	Berechnet:
$c : o = (001) : (\bar{1}11)$	72° 38½′	72° 28′
$c : p = (001) : (110)$	77 9	77 20
$p : l = (110) : (011)$	39 17½	39 13
$a : o = (\bar{1}00) : (\bar{1}11)$	64 52½	65 3
$a : l = (100) : (011)$	78 34	78 37
$a : r = (100) : (102)$	44 54	44 50
$p : r = (110) : (102)$	63 44½	64 2
$l : r = (011) : (102)$	60 2 approx.	59 29
$c : r = (001) : (102)$	24 27	24 24
$c : l = (001) : (011)$	56 14	56 7
$l : l = (011) : (0\bar{1}1)$	—	112 22
$c : \underline{c} = (001) : (00\bar{1})$	42 19½ -	41 32
$l : \underline{l} = (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	22 28 -	22 46

Die Krystalle spalten vollkommen nach $\infty P\infty$ (100). Durch dieselbe Fläche beobachtet man die opt. Axen senkrecht zu $\infty P\infty$ dispergirt.

14. Phenylbibrompropionsäure.

$C^6H^5 . CHBr . CHBr . COOH$. Schmelzpunkt 196°.

Anschütz und Kinnikut.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}23916 : 1 : 0{,}346933$$
$$\beta = 78° 38'.$$

Formen: $m = +P(\bar{1}11)$, $o = -P(111)$, $c = oP(001)$, $b = \infty P\infty(010)$.

Die Krystalle sind farblos, nach Axe a meist stark verlängert; sie schiessen aus Chloroform bei raschem Erkalten stets in Zwillingen nach $oP(001)$ [Fig. 16], bei langsamem Verdunsten der Mutterlauge in einfachen farblosen Krystallen (Fig. 17) an. Dieselben sind tafelförmig nach Fläche $b = (010)$, nach welcher sie auch ziemlich gut spalten. Die Zwillinge sind meist schlecht entwickelt, wie die Schwankungen des Zwillingswinkels $m : o$ beweisen.

Fig. 16.

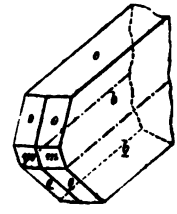
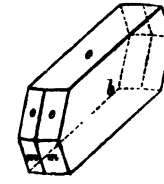


Fig. 17.



	Beobachtet:	Berechnet:
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	*20° 8′	—
$c : o = (001) : (111)$	*48 41	—
$c : m = (001) : (\bar{1}11)$	63 59	—
$m : m = (\bar{1}11) : (\bar{1}\bar{1}1)$	24 22	24° 8′
$o : o = (111) : (11\bar{1})$	67 24	67 20

Digitized by Google

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : o = (11\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	15° 20′—16° 20′	15° 18′
$c : b = (001) : (0\bar{1}0)$	90 5	90 0
$\infty P = (110) : (1\bar{1}0)$	(nicht beobachtet)	86 20
$\bar{P}\infty : oP = (101) : (001)$	- -	47 53

Die Ebene der opt. Axen ist senkrecht zu b (010). Die opt. Axen, gemessen an einer natürlichen Platte, ergaben in Oel für

Na-Gelb

$57\frac{1}{2}^0$ ungefähr.

Die Krystalle zeigten so gestörte Axenbilder, dass eine genaue Messung nicht möglich war. Der opt. Charakter ist +.

15. Phenylbibrompropionsäure-Methyläther.

$C^6H^5 . CHBr . CHBr . COO . CH^3$. Schmelzpunkt 117°.

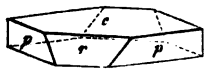
Anschütz und Kinnikut, Ber. d. d. chem. Ges. 1878, **11**, 1220.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}930885 : 1 : 1{,}51683$$
$$\beta = 82^0\ 38'.$$

Formen: $c = oP(001)$, $p = \infty P(110)$, $r = -\breve{P}\infty(101)$; $b = \infty\breve{P}\infty(010)$. Die Substanz krystallisirt aus Aether in wasserklaren Krystallen; selten zeigt sie Zwillinge nach (001), im Uebrigen so ausgebildet, wie die einfachen Krystalle.

Fig. 18.



	Beobachtet:	Berechnet:
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	85° 15′	85° 24′
$p : c = (110) : (001)$	*84 35	—
$c : r = (001) : (101)$	*53 12	—
$p : r = (110) : (101)$	*50 12	—
$\breve{P}\infty (011) : (0\bar{1}1)$	(nicht beobachtet)	112 52
$r : \underline{r} = (101) : (\bar{1}01)$	73 42	73 36
$p : \underline{p} = (110) : (\bar{1}\underline{1}0)$	10 42	10 50

Spaltbarkeit nach (001) vollkommen.

Die Ebene der opt. Axen ist $\infty\breve{P}\infty$; die zweite Mittellinie macht mit der Normalen auf oP einen Winkel von ungefähr 9° (für *Na*-Gelb) nach vorn geneigt. Der Axenwinkel ist nicht messbar.

16. Phenylbibrompropionsäure-Aethyläther.

$C^6H^5 . CHBr . CHBr . COO . C^2H^5$. Schmelzpunkt 69°.

Anschütz und Kinnikut, Ber. d. d. chem. Ges. 1878, **11**, 1220.

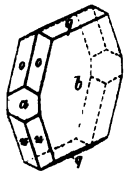
Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}15761 : 1 : 1{,}62549$$
$$\beta = 88^0\ 40'.$$

Digitized by Google

Formen: $a = \infty P\infty\,(100)$, $b = \infty P\infty\,(010)$, $o = -P3\,(313)$, $u = +P3\,(\bar{3}13)$, $q = \frac{1}{3}P\infty\,(013)$.

Fig. 19.



Die aus Alkohol erhaltenen Krystalle (Fig. 19) sind farblos und in der Richtung der Axe a oft sehr lang entwickelt.

	Beobachtet:	Berechnet:
$a : o = (100) : (313)$	38° 39′	38° 40′
$o : q = (313) : (013)$	50 8	50 9
$u : q = (\bar{3}13) : (013)$	51 35	51 34
$u : a = (\bar{3}13) : (\bar{1}00)$	39 35	39 37
$b : o = (010) : (313)$	*72 41	—
$b : q = (010) : (013)$	61 29	61 33
$b : u = (010) : (\bar{3}13)$	*72 19	—
$q : a = (013) : (100)$	88 48	88 50
$o : u = (313) : (\bar{3}13)$	*78 17	—

Die Krystalle sind ohne nachweisbare Spaltbarkeit.

Die Ebene der opt. Axen ist $\infty P\infty\,(010)$. Die eine Mittellinie macht mit der Normalen auf (100) einen Winkel von circa 10° nach oben für Gelb.

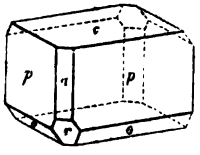
17. Bibenzoylphenylglycerinsäure-Aethyläther.

$C^6H^5-CH-CH\begin{cases}COO\cdot C^2H^5\\OC^6H^5CO\end{cases}$ (mit OC^6H^5CO an CH). Schmelzpunkt 109°.

Anschütz und Kinnikut, Ber. d. d. chem. Ges. 1878, **11**, 1221.

Krystallsystem monosymmetrisch.

Fig. 20.



$a : b : c = 1{,}19882 : 1 : 0{,}87261$

$\beta = 83° 4′$.

Formen: $c = oP\,(001)$, $p = \infty P\,(110)$, $a = \infty P\infty\,(100)$, $r = +2P\infty\,(\bar{2}01)$; $o = +P\,(\bar{1}11)$.

Die Krystalle sind farblos, kurzprismatisch.

	Beobachtet:	Berechnet:
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	*99° 56′	—
$p : o = (110) : (11\bar{1})$	*43 25	—
$a : c = (100) : (001)$	*83 4	—
$a : o = (100) : (11\bar{1})$	65 9½	65° 15½′
$p : c = (110) : (001)$	85 18	85 33
$r : a = (20\bar{1}) : (100)$	36 54	36 38
$o : o = (11\bar{1}) : (1\bar{1}\bar{1})$	73 24	73 20
$p : r = (110) : (20\bar{1})$	59 16	58 55

Digitized by Google

	Beobachtet:	Berechnet:
$r : o = (20\bar{1}) : (11\bar{1})$	41° 22′ approx.	41° 55′
$o : c = (11\bar{1}) : (001)$	50 59	51 2
$c : r = (001) : (\bar{2}01)$	60 21	60 18

Die Krystalle spalten sehr gut nach $p = (110)$.

Die Ebene der opt. Axen ist parallel $\infty P\infty$ (010).

18. Dibenzoylphenylglycerinsäure-Methyläther.

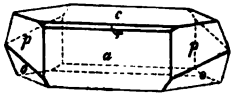
$C^6H^5-CH-CH\begin{cases}COOCH^3\\OC^6H^5CO\end{cases}$ (mit OC^6H^5CO unter CH). Schmelzpunkt 113,5°.

Anschütz und Kinnikut, a. a. O.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}96569 : 1 : 0{,}9008$$
$$\beta = 82° 14'.$$

Fig. 21.



Formen: $p = \infty P\frac{1}{3}$ (130), $a = \infty P\infty$ (100), $c = oP$ (001), $r = -\frac{2}{3}P\infty$ (203), $o = 2P(\bar{2}21)$.

Die Krystalle sind farblos und meist nur an einem Ende der Axe b ausgebildet.

	Beobachtet:	Berechnet:
$c : o = (001) : (\bar{2}\bar{2}1)$	*73° 47′	—
$o : o = (2\bar{2}\bar{1}) : (\bar{2}\bar{2}1)$	*96 19	—
$a : o = (\bar{1}00) : (\bar{2}\bar{2}1)$	*49 43	—
$a : c = (100) : (001)$	82 10	82° 14′
$a : r = (100) : (203)$	52 45	52 37
$r : c = (203) : (001)$	29 25	29 37
$p : p = (\bar{1}30) : (\bar{1}\bar{3}0)$	108 36	108 40
$a : p = (100) : (\bar{1}\bar{3}0)$	35 41	35 40
$p : o' = (\bar{1}\bar{3}0) : (\bar{2}\bar{2}1)$	97 47½	97 45
$p : o = (\bar{1}\bar{3}0) : (2\bar{2}\bar{1})$	23 52	23 54
$p : c = (\bar{1}\bar{3}0) : (001)$	83 49	83 42
$r : o = (203) : (\bar{2}\bar{2}1)$	95 29	95 36
$p : r = (\bar{1}\bar{3}0) : (203)$	60 33	60 27
$\infty P = (110) : (1\bar{1}0)$	(nicht beobachtet)	87 28

Die Krystalle sind ohne nachweisbare Spaltbarkeit. Die Ebene der opt. Axen ist parallel $\infty P\infty$ (010); durch Fläche a ist eine Axe sichtbar.

19. Bibrombernsteinsäure-Diäthyläther.

$C^2H^2Br^2(COO.C^2H^5)^2$. Schmelzpunkt 58°.

Kekulé, Liebig's Annalen, Spl. I. 358.

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}55888 : 1 : 0{,}39498.$$

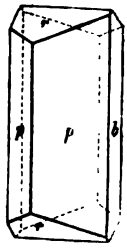
Digitized by Google

Formen: $p = \infty P (110)$, $r = \bar{P}\infty (101)$, $q = \check{P}\infty (011)$, $b = \infty\check{P}\infty$ (010).

Die Krystalle sind farblos, langprismatisch; ein Paar paralleler Prismenflächen ist stets grösser entwickelt, als das andere (s. Fig. 22). Die Fläche $q = \check{P}\infty (011)$ wurde nur einmal beobachtet.

	Beobachtet:	Berechnet:
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	*58° 24′	—
$p : r = (110) : (101)$	*59 45	—
$p : b = (110) : (010)$	60 49	60° 48′
$r : r = (101) : (\bar{1}01)$	70 29½	70 30
$b : q = (010) : (011)$	68 18½ approx.	68 27
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	43 17½ -	43 6
$r : q = (101) : (011)$	40 50½ -	40 35
$q : p = (011) : (110)$	79 34 -	79 41

Fig. 22.



Eine Spaltbarkeit nicht nachweisbar. Zur opt. Untersuchung eigneten sich die Krystalle nicht.

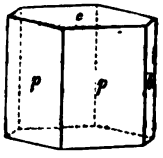
20. Bibrombernsteinsäure-Dimethyläther.

$C^2H^2Br^2(COOCH^3)^2$. Schmelzpunkt 61,5—62°. Anschütz.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}54107 : 1 : ?$$
$$\beta = 84° 27'.$$

Fig. 23.



Formen: $p = \infty P (110)$; $c = oP (001)$, $b = \infty\breve{P}\infty (010)$.

$p \,.\, p = (110) : (1\bar{1}0)$	*56° 36′
$p : c = (001) : (110)$	*85 7

Krystallisirt aus Alkohol in ziemlich gut ausgebildeten farblosen Krystallen; spaltet vollkommen nach $\infty\breve{P}\infty (010)$. Ebene der opt. Axen senkrecht zu $\infty\breve{P}\infty$. Der opt. Axenwinkel, gemessen an einer Spaltplatte in Oel, ergab sich für

Li-Roth	*Na*-Gelb
104° 52′	104° 29′.

Der opt. Charakter positiv.

21. Nitrochlorphenol.*)

$C^6H^3 . OH . NO^2 . Cl$. Stellung 1. 2. 4. Schmelzpunkt 86°.

Laubenheimer, Ber. d. d. chem. Ges. 1874, 7, 1604.

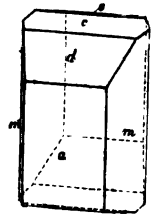
Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2{,}8551 : 1 : 1{,}5370$$
$$\beta = 67° 14'.$$

*) Das aus Phenol erhaltene Nitrochlorphenol ist identisch mit dem aus Nitroparadichlorbenzol dargestellten.

Digitized by Google

Fig. 24.



Formen: $c = oP\,(001)$, $d = -P\infty\,(101)$, $e = +P\infty\,(\bar{1}01)$; $m = \infty P\,(110)$, $a = \infty P\infty\,(100)$.

Die Krystalle sind gelb gefärbt und langprismatisch; ihre Form ist in beistehender Figur in einer schieferen Projection, als gewöhnlich, gezeichnet, um die Endflächen besser sichtbar werden zu lassen.

	Beobachtet:	Berechnet:
$e : a' = (\bar{1}01) : (\bar{1}00)$	*80° 41	—
$a : d = (100) : (101)$	45 15	44° 54′
$e : d = (\bar{1}01) : (101)$	54 5	54 25
$c : d = (001) : (101)$	21 56	22 20
$e : c = (\bar{1}01) : (001)$	31 51	32 5
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	*138 24	—
$d : m = (101) : (110)$	*75 26	—
$e : m = (\bar{1}01) : (\bar{1}10)$	86 37	86 42
$c : m = (001) : (110)$	82 ½	82 6

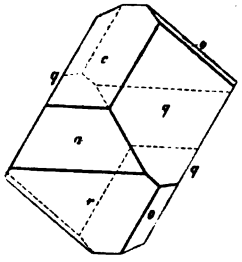
Die Krystalle sind ohne nachweisbare Spaltbarkeit.
Die Ebene der opt. Axen ist $\infty P\infty\,(010)$.

22. Dinitrochlorphenol.

$C^6H^2.OH.NO^2.Cl.NO^2$. Stellung 1. 2. 4. 6. Schmelzpunkt 80,5°.

Dieser Körper wurde 1871 von Hessenberg (Ann. d. Chem. 157, 157) gemessen. Um seine Beziehungen zu dem vorigen erkennen zu lassen, muss man demselben jedoch eine andere Aufstellung geben, auf welche bezogen die Angaben Hessenberg's folgende Gestalt annehmen:

Fig. 25.



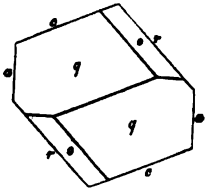
Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2{,}45337 : 1 : 1{,}71702$$
$$\beta = 67°40'.$$

Formen: $c = oP\,(001)$, $a = \infty P\infty\,(100)$, $q = P\infty\,(011)$, $o = +P2\,(\bar{2}12)$, $r = +2P\infty\,(\bar{2}01)$.

Die Krystalle sind hell, fast schwefelgelb gefärbt, aus Weingeist und Aether in schönen, nach q prismatischen Krystallen zu erhalten; häufig Zwillinge nach $c\,(001)$. Fig. 25 stellt einen einfachen Krystall in schiefer, Fig. 26 in grader Projection auf $\infty P\infty\,(010)$ dar.

Fig. 26.



	Beobachtet:	Berechnet:
$q : q = (011) : (01\bar{1})$	*64° 34′	—
$a : r = (\bar{1}00) : (\bar{2}01)$	*42 20	—
$c : r = (001) : (\bar{2}01)$	*70 30	—
$q : r = (011) : (\bar{2}01)$	79 43	79° 44′
$o : r = (\bar{2}12) : (\bar{2}01)$	48 0	47 15

Spaltbarkeit nach $c\,(001)$.

Digitized by Google

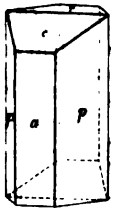
23. β-Dinitroparadichlorbenzol.

$C^6H^2.Cl.NO^2.NO^2.Cl$. Stellung 1. 2. 3. 4 (wahrscheinliche Formel nach Laubenheimer).

Schmelzpunkt 101—102° (Körner und Laubenheimer).

Krystallsystem monosymmetrisch.

Fig. 27.



$$a : b : c = 2,1675 : 1 : 1,0129$$
$$\beta = 63° 40'.$$

Formen: $c = oP(001)$, $p = \infty P(110)$, $r = +\breve{P}\infty$ $(\bar{1}01)$, $a = \infty\breve{P}\infty$ (100).

Hellgelbe Krystalle von prismatischem Habitus.

	Beobachtet:	Berechnet:
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	—	125° 34′
$p : a = (110) : (100)$	*62° 45½′	—
$c : a = (001) : (100)$	63 38	63 40
$a' : r = (\bar{1}00) : (\bar{1}01)$	*88 29	—
$r : c = (\bar{1}01) : (001)$	27 59	27 51
$p : c = (110) : (001)$	*78 17	—
$r : p = (\bar{1}01) : (\bar{1}10)$	89 19	89 18
$\breve{P}\infty = (011) : (0\bar{1}1)$	(nicht beobachtet)	84 28

Die Krystalle spalten vollkommen nach $a = \infty\breve{P}\infty$. Sie zeigen die Erscheinung des Gleitens in hohem Maasse, indem sie durch einen leisen Druck senkrecht (001), sich krümmen und einem vielfachen Zwillinge nach oP gleichen.

Die Ebene der opt. Axen ist $\infty\breve{P}\infty = (010)$.

24. α-Dinitroparadichlorbenzol.

$C^6H^2.Cl.NO^2.Cl.NO^2$. Stellung 1. 2. 4. 6. Schmelzpunkt 104,5—105°.

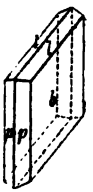
Krystalle aus Aether; Darsteller Laubenheimer.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,50477 : 1 : 0,38743$$
$$\beta = 74° 32'.$$

Formen: $p = \infty P(110)$, $l = \breve{P}\infty(011)$, $b = \infty\breve{P}\infty(010)$.

Fig. 28.



Krystalle von hellgelber Farbe mit starkglänzenden Flächen.

	Beobachtet:	Berechnet:
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	*51° 53′	—
$r : p = (101) : (110)$	48 34 approx.	48° 52′
$p : l = (110) : (011)$	*67 49	—
$l : l = (011) : (0\bar{1}1)$	*40 57	—
$p : b = (110) : (010)$	—	64 4

Digitized by Google

Die Krystalle spalten ziemlich gut nach $r = -P\infty\,(101)$, welches jedoch als Krystallfläche nicht auftritt.

Die Ebene der opt. Axen ist senkrecht zu $\infty P\infty$.

25. Trinitrochlorbenzol (Pikrylchlorid).

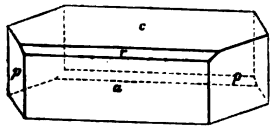
$C^6H^2Cl(NO^2)^3$. Stellung 1. 2. 4. 6. Schmelzpunkt 82°.

Dargestellt aus Pikrinsäure und PCl^5 (Laubenheimer); Krystalle aus Chloroform.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}83286 : 1 : 0{,}81135$$
$$\beta = 77^0\,9'.$$

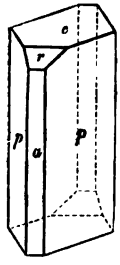
Fig. 29.



Formen: $c = oP\,(001)$, $r = -P\infty\,(101)$, $a = \infty P\infty\,(100)$, $p = \infty P\,(110)$.

Die Krystalle sind gelb gefärbt, theils kurz- (Fig. 29), theils langprismatisch (Fig. 30).

Fig. 30.



	Beobachtet:	Berechnet:
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	*121° 33′	—
$a : p = (100) : (110)$	60 45	60° 46½′
$c : r = (001) : (101)$	*21 27	—
$a : c = (100) : (001)$	77 26	77 9
$a : r = (100) : (101)$	55 50	55 42
$c : p = (001) : (110)$	83 46	—
$p : r = (110) : (101)$	74 9	74 2
$P\infty = (011) : (0\bar{1}1)$	(nicht beobachtet)	76 42

Die Krystalle besitzen keine nachweisbare Spaltbarkeit.

Die Ebene der opt. Axen ist $\infty P\infty\,(010)$; durch Fläche a ist eine Axe am Rande des Gesichtsfeldes bemerkbar.

26. Dinitrotetrabrombenzol.

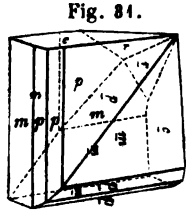
$C^6 . NO^2 . Br . Br . Br . NO^2 . Br$. Schmelzpunkt 227—228°.

v. Richter, Berichte d. d. chem. Ges. 1875. 1425.

Krystallsystem monosymmetrisch..

$$a : b : c = 1{,}06055 : 1 : 0{,}77783$$
$$\beta = 82^0\,27'.$$

Fig. 31.



Die Krystalle dieses Körpers sind leicht aus Aether oder Benzol zu erhalten. Sie treten stets nur als Zwillinge nach $-P\,(1\bar{1}1)$ auf, mit einer nach m tafelförmigen Ausbildung der Formen, wie sie Fig. 31 zeigt.

Formen: $m = \infty P\,(110)$, $p = \infty P2\,(210)$, $r = +2P\infty\,(\bar{2}01)$, $c = oP\,(001)$.

Digitized by Google

	Beobachtet:	Berechnet:
$p : p = (210) : (2\bar{1}0)$	55° 58′	55° 46′
$p : m = (210) : (110)$	18 40	18 44½
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	86 53	86 45
$m : r = (\bar{1}10) : (\bar{2}01)$	56 6	55 57
$p : r = (\bar{2}10) : (\bar{2}01)$	44 20	43 54
$p : c = (210) : (001)$	87 0	86 38
$m : c = (110) : (001)$	*87 34	—
$c : r = (001) : (\bar{2}01)$	57 36	58 9½
$r : \underline{r} = (\bar{2}01) : (20\bar{1})$	5 7	5 24
$m : \underline{m} = (110) : (\bar{1}\bar{1}0)$	*1 25	—
$p : \underline{p} = (2\bar{1}0) : (\bar{2}10)$	26 25	26 38
$c : \underline{c} = (001) : (00\bar{1})$	*88 48	—
$(111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	(nicht beobachtet)	62 40
$(011) : (0\bar{1}1)$	- -	75 52

Eine vollkommene Spaltbarkeit geht nach $r = +2\breve{P}\infty(\bar{2}01)$, welches als natürliche Fläche nicht auftritt. Farbe gelb. Eine Spaltplatte zeigt die opt. Axen in $\infty\breve{P}\infty$ dispergirt, die Mittellinie ist fast normal zur Platte.

Der Winkel der opt. Axen, gemessen an einer Spaltplatte in Luft, ist für

Li-Roth	*Na*-Gelb
$2E = 45° 29'$	45° 54′.

Der opt. Charakter ist negativ.

27. Nitrotribrombenzol.

$C^6H^2.NO^2.Br^3$. Stellung 1. 2. 4. 6. Schmelzpunkt 124°.

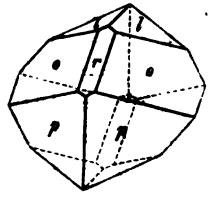
Krystalle aus Aether. Darsteller v. Richter.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 0{,}64996 : 1 : 0{,}37013$

$\beta = 80° 7'$.

Fig. 32.



Formen: $p = \infty P(110)$, $r = -\breve{P}\infty(101)$, $o = 2\breve{P}2(121)$, $l = \breve{P}\infty(011)$.

Die Krystalle sind von lichtgelber Farbe und kurzprismatisch ausgebildet (s. Fig. 32). Eine Verwachsung zweier ebenso entwickelter Krystalle nach r wurde einmal beobachtet.

	Beobachtet:	Berechnet:
$o : p = (121) : (110)$	44° 43′	44° 44′
$p : r = (110) : (101)$	59 37	59 35
$p : l = (110) : (011)$	*71 18	—
$p' : l = (\bar{1}10) : (011)$	*87 12	—
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	*65 16	—

Digitized by Google

		Beobachtet:	Berechnet:
$l : l$	$= (011) : (0\bar{1}1)$	40° 21′	40° 4′
$o : o$	$= (121) : (1\bar{2}1)$	61 3½	61 12
$r : l$	$= (101) : (011)$	33 11	33 13
$o : r$	$= (121) : (101)$	30 38	30 36
$o : l$	$= (121) : (011)$	26 34	26 33
$o : p'$	$= (121) : (\bar{1}10)$	99 15	99 26
$p : \underline{p}$	$= (110) : (\underline{\bar{1}10})$	60 48	60 50

Die Krystalle spalten vollkommen nach $(10\bar{1}) - P\infty$. Durch eine Spaltplatte bemerkt man die optischen Axen, senkrecht zu $\infty P\infty$ dispergirt. Die Mittellinie ist normal zur Platte und opt. negativ.

Li-Roth	*Na*-Gelb.
$2E = 88° 16'$	$90° 13'$.

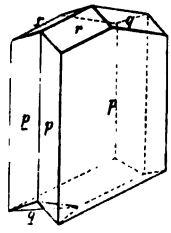
28. Tetrachlorbenzol.

$C^6H^2Cl^4$. Stellung 1. 2. 4. 5. Schmelzpunkt 138°.

Aus ätherischer Lösung (Laubenheimer).

Krystallsystem monosymmetrisch.

Fig. 38.



$$a : b : c = 0{,}90410 : 1 : 0{,}36496$$
$$\beta = 80° 34'.$$

Formen: $p = \infty P(110)$, $r = -P\infty(101)$, $q = P\infty(011)$. Die Krystalle sind farblos, langprismatisch und stets nur an einem Ende ausgebildete Zwillinge nach $(110)\ \infty P$. Eine unvollständige Untersuchung gab Des Cloizeaux, Ann. chim. phys. 15, 278. Er beobachtete die Flächen des Prisma p und der Symmetrieebene $(010)\ \infty P\infty$.

		Beobachtet:	Berechnet:	Des Cloiz. beob.
$p : p$	$= (110) : (1\bar{1}0)$	*83° 28′	—	83° 41′
$p : \underline{p}$	$= (1\bar{1}0) : (\underline{\bar{1}10})$	13 5	13° 4′	13 15
$r : q$	$= (101) : (011)$	*28 12	—	
$p : q$	$= (110) : (011)$	70 1	70 8	
$p' : q$	$= (\bar{1}10) : (011)$	83 29	83 37	
$p : r$	$= (110) : (101)$	*68 11	—	
$q : \underline{q}$	$= (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	39 57	39 44	
$r : \underline{r}$	$= (101) : (\underline{\bar{1}0\bar{1}})$	—	43 38	

Die Krystalle spalten vollkommen nach $\infty P(110)$. Die Auslöschungen stehen schief zu den Prismenkanten.

Digitized by Google

29. Benzolhexachlorid.

$C^6H^6Cl^6$. Schmelzpunkt 157°.

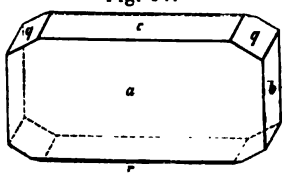
Krystalle aus ätherischer Lösung (Laubenheimer).

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}50880 : 1 : 0{,}52715$$
$$\beta = 68^\circ 46'.$$

Formen: $c = oP(001)$, $r = +P\infty(\bar{1}01)$, $q = P\infty(011)$, $b = \infty P\infty(010)$, $a = \infty P\infty(100)$. Die Krystalle sind farblos, in der Richtung der Axe b stark verlängert. Fläche (100) meist stark gekrümmt, (001) gestreift parallel Kante [001 : 010].

Fig. 34.



		Beobachtet:
$a : c =$	(100) : (001)	*68° 46′
$b : q =$	(010) : (011)	*64 38
$c : r =$	(001) : ($\bar{1}$01)	*57 6

Die Krystalle spalten vorzüglich nach $\infty P\infty(010)$. Ebene der opt. Axen $\infty P\infty(010)$.

30. Paranitranilin.

$C^6H^4.NH^2.NO^2$. Stellung 1. 4. Schmelzpunkt 146°.

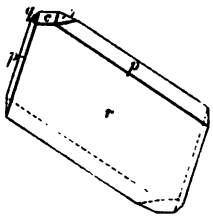
Krystalle von H. Laubenheimer.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2{,}5193 : 1 : 1{,}4220$$
$$\beta = 53^\circ 49'.$$

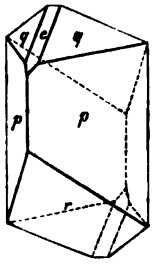
Formen: $c = oP(001)$, $q = P\infty(011)$, $p = \infty P(110)$, $r = +2P\infty(\bar{2}01)$. Die aus Chloroform anschiessenden Krystalle sind gelbbraun, von starkem Glanze, tafelförmig nach r (s. Fig. 35), jedoch kommen auch prismatische Krystalle vom Habitus der Fig. 36 vor.

Fig. 35.



		Beobachtet:	Berechnet:
$p : p =$	(110) : ($1\bar{1}0$)	*127° 38′	—
$c : q =$	(001) : (011)	49 2	48° 56′
$q : p =$	(011) : (110)	*32 2½	—
$c : r =$	(001) : ($20\bar{1}$)	110 12	110 6½
$c : p =$	(001) : (110)	*74 54	—
$p : r =$	(110) : ($20\bar{1}$)	75 45	75 50
$r : q =$	($\bar{2}$01) : (011)	103 3½	103 3
$p' : q =$	($\bar{1}$10) : (011)	59 38½	59 38½
$q : q =$	(011) : ($0\bar{1}1$)	—	97 52

Fig. 36.



Digitized by Google

Die Krystalle spalten vollkommen nach $oP(001)$. Die Ebene der opt. Axen ist $\infty\breve{P}\infty(010)$.

31. β-Dinitronaphtalin.

$C^{10}H^6(NO^2)^2$.

Krystalle aus der Sammlung des chemischen Institutes zu Bonn.

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}35986 : 1 : 0{,}75249$$

Fig. 37.

Formen: $m = \infty\breve{P}2(120)$, $p = \infty P(110)$, $o = P(111)$, $c = oP(001)$. Die Krystalle sind von gelber Farbe, tafelförmig nach (001), s. Fig. 37.

		Beobachtet:	Berechnet:
$m : m$	$= (120) : (\bar{1}20)$	108° 41′	108° 30′
$c : o$	$= (001) : (111)$	*65 46	—
$o : p$	$= (111) : (110)$	24 17	24 15
$p : p$	$= (110) : (1\bar{1}0)$	*39 35	—
$o : o$	$= (111) : (\bar{1}11)$	118 16	118 12
$o : o$	$= (111) : (1\bar{1}1)$	—	35 58
$p : m$	$= (110) : (120)$	15 53	15 57½
$o : p$	$= (1\bar{1}1) : (110)$	45 20	45 13

Die Krystalle spalten scheinbar gut nach $oP(001)$, indessen ist diese Spaltbarkeit eine unsichere, da sie nach derselben Fläche vielfach lamellar verwachsen sind. Ebene der opt. Axen $\infty\bar{P}\infty(100)$; optischer Charakter negativ.

Li-Roth	*Na*-Gelb
$2H_a = 91° 5'$	95° 20′.

32. Naphtalin + Pikrinsäure.

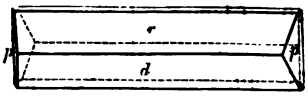
$C^{10}H^8.C^6H^2(NO^2)^3OH$.

Krystalle aus Aether (Roderburg).

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2{,}3552 : 1 : 4{,}1458$$
$$\beta = 83° 40'.$$

Fig. 38.



Formen: $c = oP(001)$, $r = -\breve{P}\infty(101)$, $d = +\breve{P}\infty(\bar{1}01)$, $p = \infty P(110)$. Die Krystalle sind von hellgelber Farbe, verlängert in der Richtung der Axe b.

		Beobachtet:	Berechnet:
$r : d$	$= (101) : (10\bar{1})$	59° ½′	59° 3′
$p : p$	$= (110) : (\bar{1}10)$	*46 16	—

Digitized by Google

	Beobachtet:	Berechnet:
$p : d = (110) : (10\bar{1})$	*70° 20′	—
$p : r = (110) : (101)$	*69 42	—
$c : r = (001) : (101)$	55 28½	55° 41′
$c : d = (001) : (\bar{1}01)$	65 43	65 16

Spaltbarkeit nicht nachweisbar.

Die Auslöschungen sind parallel der Kante $d : r$.

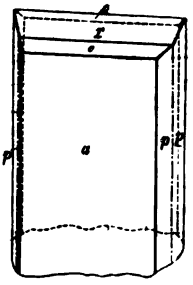
33. Benzoylcyanid (Claisen).

$C^6H^5.COCN$. Schmelzpunkt 32,5—34°.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2{,}65654 : 1 : 2{,}84033$$
$$\beta = 60° 51′.$$

Fig. 39.



Formen: $r = +P\infty(\bar{1}01)$, $c = oP(001)$, $a = \infty P\infty(100)$, $p = \infty P(110)$. Die aus dem Schmelzfluss dargestellten Krystalle sind farblos, langprismatisch und stets nur an einem Ende ausgebildet. Sie sind ausnahmslos Zwillinge nach $(100)\ \infty P\infty$ von der in Fig. 39 dargestellten Ausbildung.

	Beobachtet:	Berechnet:
$a : p = (100) : (110)$	*66° 41′	—
$a : c = (100) : (001)$	*60 51	—
$r : c = (\bar{1}01) : (001)$	*62 50	—
$c : p = (001) : (110)$	78 43	78° 53′
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	46 29	46 38
$r : p = (\bar{1}01) : (\bar{1}10)$	77 47½	77 19
$c : c = (001) : (00\bar{1})$	58 8	58 18
$r : \underline{c} = (\bar{1}01) : (\underline{00\bar{1}})$ [einspringend]	4 36	4 32

Spaltbarkeit nicht nachweisbar. Die Ebene der opt. Axen ist $\infty P\infty$ parallel.

34. Orthotolubenzaldehin.

$C^7H^6 \lessgtr \begin{matrix} N = C^7H^6O \\ N = C^7H^6 \end{matrix}$ Schmelzpunkt 188—194°.

Ladenburg, Ber. d. d. chem. Ges. 1878, **11**, 590.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}61037 : 1 : 2{,}5023$$
$$\beta = 85° 37′.$$

Formen: $c = oP(001)$, $d = -P\infty(101)$, $e = +P\infty(\bar{1}01)$, $q = P\infty(004)$. Die Krystalle sind hellgelb, verlängert in der Richtung der

Digitized by Google

Axe b, und theils einfach (Fig. 40), theils Zwillinge (Fig. 41) nach $oP(001)$, beide gleich häufig.

Fig. 40.

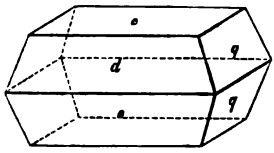
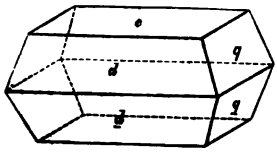


Fig. 41.



	Beobachtet:	Berechnet:
$c : q = (001) : (011)$	*68° 10′	—
$c : d = (001) : (101)$	*72 2	—
$c : e = (001) : (\bar{1}01)$	*80 17	—
$d : q = (101) : (011)$	83 24	83° 25′
$q : e = (011) : (\bar{1}01)$	86 10	86 24
$d : e = (101) : (10\bar{1})$	27 37	27 41
$e : e = (\bar{1}01) : (10\bar{1})$	17 7	17 26
$d : \underline{d} = (101) : (\underline{\bar{1}01})$	36 55 approx.	35 56

Die Krystalle spalten gut nach $oP(001)$.

Die Ebene der opt. Axen ist parallel $\infty\breve{P}\infty$; die erste Mittellinie macht mit der Normalen auf oP einen Winkel von ungefähr $22\frac{1}{2}°$ für Gelb, nach hinten geneigt. Der opt. Charakter ist +.

35—41. Amidine und Thiamide einbasischer organischer Säuren. Siehe Bernthsen, Liebig's Annal. **192**, 1 f.

35. Benzenylisodiphenylamidin.

$C^6H^5—C\lessgtr^{NH}_{N(C^6H^5)^2}$ Schmelzpunkt 111,5—112°.

Krystallsystem rhombisch.

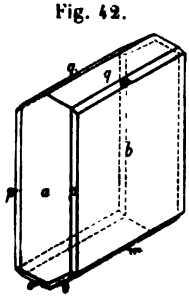
$$a : b : c = 0,94098 : 1 : ?$$

Formen: $c = oP(001)$, $b = \infty\breve{P}\infty(010)$, $a = \infty\bar{P}\infty(100)$, $p = \infty P(110)$.

Die Krystalle sind tafelförmig nach $c(001)$. Spaltbarkeit nicht nachweisbar. Die Ebene der opt. Axen parallel $c(001)$.

36. Salzsaures Benzenylisodiphenylamidin.

Fig. 42.



$$C^6H^5 — C\lessgtr^{NH}_{N(C^6H^5)^2} + HCl.$$

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,5294 : 1 : 0,5072$$
$$\beta = 85° 52'.$$

Formen: $a = (100)\ \infty\breve{P}\infty$, $p = (110)\ \infty P$, $b = (010)\ \infty\breve{P}\infty$, $m = (021)\ 2\breve{P}\infty$, $q = (011)\ \breve{P}\infty$, $o = (11\bar{1}) + P$. Die farblosen, glasglänzenden Krystalle sind tafelförmig nach $b(010)$ und nach der Axe a

Digitized by Google

verlängert. Sie bilden zuweilen Zwillinge nach $a(100)$ von einem mehr vertical prismatischen Habitus.

	Beobachtet:	Berechnet:
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	*55° 40′	—
$p : q = (110) : (011)$	*74 29	—
$p' : q = (\bar{1}10) : (011)$	*81 8	—
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	54 8	53° 40′
$b : m = (010) : (021)$	44 36	44 39
$p : m = (110) : (021)$	67 49	67 51
$p' : m = (\bar{1}10) : (021)$	73 17	73 18
$a : q = (100) : (011)$	86 28	86 19
$a : m = (100) : (021)$	—	87 6
$o : o = (\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}11)$	41 36	41 32
$p : o = (\bar{1}10) : (\bar{1}11)$	44 33	44 23
$a : o = (\bar{1}00) : (\bar{1}11)$	52 0	51 37
$m : o = (021) : (\bar{1}11)$	44 30	44 42
$q : o = (011) : (\bar{1}11)$	41 48	42 5
$q : m = (011) : (021)$	18 21	18 31
$q : \underline{q} = (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	7 43	7 22
$m : \underline{m} = (021) : (\overline{0\bar{2}\bar{1}})$	6 0	5 48
$o : \underline{o} = (\bar{1}11) : (\underline{\bar{1}\bar{1}\bar{1}})$	75 46½ approx.	76 46

Spaltbarkeit vollkommen nach $a(100)$. Die Ebene der opt. Axen ist parallel $\infty \bar{P} \infty$ (010). Der opt. Charakter der Substanz ist negativ. Die zweite Mittellinie macht im stumpfen Winkel der Axen a und c mit Axe c einen Winkel von 4° 7½′ für *Na*-Gelb (Stauroskop. Messung). Der spitze Axenwinkel, gemessen an einer Spaltungsplatte parallel $\infty \bar{P} \infty$ in Oel, ergab für:

Li-Roth	*Na*-Gelb	*Tl*-Grün	Blau (Ammoniak-Kupferlösung)
71° 52′	73° 15′	74° 3′	75° 55′.

Im weissen Lichte bemerkt man ausgezeichnete geneigte Dispersion.

37. Benzodiphenylamid.

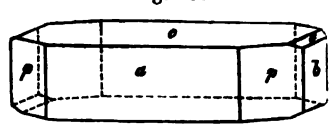
$$C^6H^5 - C \begin{cases} O \\ N(C^6H^5)^2 \end{cases}$$ Schmelzpunkt 176°.

Krystallsystem rhombisch.

$a : b : c = 0{,}95007 : 1 : 0{,}32428$.

Formen: $b = (010)\,\infty \breve{P} \infty$, $p = (110)\,\infty P$, $a = (100)\,\infty \bar{P} \infty$, $c = (001)\,oP$; $e = (011)\,\breve{P} \infty$.

Fig. 43.



	Beobachtet:
$p : p = (1\bar{1}0) : (110)$	*87° 4′
$c : l = (001) : (011)$	*17 58

Digitized by Google

Die Bestimmung der Axe c ist etwas unsicher, da nur eine einzige schmale e-Fläche beobachtet wurde. Die Krystalle sind farblos, glasglänzend und spalten recht gut nach $oP(001)$. Die Ebene der opt. Axen ist parallel (001), Axe b ist erste Mittellinie, dieselbe ist —. Der Winkel der opt. Axen, gemessen in Oel an einer Platte parallel $\infty\breve{P}\infty$, ist für:

Li-Roth	*Na*-Gelb	*Tl*-Grün	*Cu*-Blau
$2H_a = 32^0\,39'$	$30^0\,21'$	$23^0\,21'$	$22^0\,48'$

Der Winkel der opt. Axen für Blau war nur annähernd zu bestimmen.

Im weissen Lichte zeigt die Platte eine ähnliche Erscheinung, wie Krystallplatten mit gekreuzten Axen-Ebenen für Roth und Blau.

38. Aethenylisodiphenylamidin.

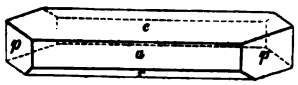
$CH^3 - C\begin{matrix}=NH\\<N(C^6H^5)^2\end{matrix}$ Schmelzpunkt 62—63°.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}14162 : 1 : 1{,}22157$$
$$\beta = 71^0\,29'.$$

Formen: $c = oP(001)$, $p = \infty P(110)$, $r = +\breve{P}\infty(10\bar{1})$, $a = \infty\breve{P}\infty(100)$. Die Krystalle (Fig. 44) sind dunkelgelb, tafelförmig nach (001), ohne nachweisbare Spaltbarkeit.

Fig. 44.



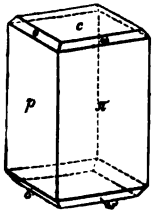
	Beobachtet:	Berechnet:
$p : p = (110) : (\bar{1}10)$	*85° 28′	—
$a : r = (100) : (10\bar{1})$	*54 34	—
$c : a = (001) : (100)$	*71 29	—
$r : p = (10\bar{1}) : (110)$	65 5	65° 3′
$c : p = (001) : (110)$	77 46	77 33
$c : r = (001) : (\bar{1}01)$	56 59	56 57

Die Ebene der opt. Axen ist parallel (010).

39. Benzodiphenylthiamid.

$C^6H^5 - C = S$
$\quad\quad N(C^6H^5)^2$ Schmelzpunkt 149—151°.

Fig. 45.



Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}92698 : 1 : 0{,}76644.$$

$A = 92^0\,27'$	$\alpha = 93^0\,29'$
$B = 100\ 38$	$\beta = 100\ 55$
$C = 84\ 48$	$\gamma = 84\ 14$

Formen: $o = (1\bar{1}1)'P$, $\omega = (111)P'$, $o' = (1\bar{1}\bar{1})_,P$, $\omega' = (11\bar{1})P_,$, $p = (1\bar{1}0)\infty'P$, $\pi = (110)\infty P'_,$, $c =$

Digitized by Google

(001) oP. Die Krystalle sind von gelbbrauner Farbe und prismatischem Habitus.

	Beobachtet:	Berechnet:
$c : p = (001) : (1\bar{1}0)$	*84° 4′	—
$c : \pi = (001) : (110)$	*80 2	—
$p : \pi = (1\bar{1}0) : (110)$	*84 41	—
$c : o = (001) : (1\bar{1}1)$	*46 6½	—
$c : \omega = (001) : (111)$	*41 39	—
$\pi : o = (110) : (1\bar{1}1)$	79 42	80° 4′
$o : p = (1\bar{1}1) : (1\bar{1}0)$	37 59½	37 57½
$o : \omega = (1\bar{1}1) : (111)$	—	56 21
$\omega : \pi = (111) : (110)$	38 25	38 23
$\omega' : \pi = (11\bar{1}) : (110)$	47 43½	47 38
$\omega' : c' = (11\bar{1}) : (00\bar{1})$	52 6	52 20
$p : o' = (1\bar{1}0) : (1\bar{1}\bar{1})$	43 15	42 57
$o' : \omega' = (1\bar{1}\bar{1}) : (11\bar{1})$	—	65 25
$o' : \pi = (1\bar{1}\bar{1}) : (110)$	92 28	92 22
$o' : c' = (1\bar{1}\bar{1}) : (00\bar{1})$	52 41	52 49

Eine Spaltbarkeit konnte nicht nachgewiesen werden, da nur Krystallskelette vorlagen. Eine opt. Untersuchung war an den etwas trüben Krystallen gleichfalls nicht vorzunehmen.

40. Acetothiamid.

$CH^3 - C \lesssim^{S}_{NH^2}$. Schmelzpunkt 107½—108½°.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}1009 : 1 : ?$$
$$\beta = 80° 55'.$$

Formen: $c = oP(001)$, $p = \infty P(110)$, $o = -P(111)$, $b = \infty \breve{P}\infty$ (010). Die Krystalle sind farblos, tafelförmig nach (010) und nach der Verticalaxe verlängert. Ein Zwilling nach (100) $\infty \breve{P}\infty$ gestattete $c : \underline{c}$ zu messen.

	Beobachtet:
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	*94° 47′ approx.
$c : b = (001) : (010)$	90 0
$c : \underline{c} = (001) : (00\bar{1})$	*18 10½

Spaltbarkeit nicht nachweisbar.

Die Ebene der opt. Axen steht senkrecht zu (010).

41. Base: $C^{19}H^{13}N$.

Schmelzpunkt 182—183°.

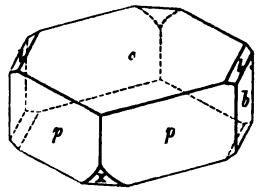
Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}5875 : 1 : 0{,}5014$$
$$\beta = 51° 23'.$$

Digitized by Google

Formen: $l = (011)\,\text{Ꝑ}\infty$, $b = (010)\,\infty\text{Ꝑ}\infty$, $p = (110)\,\infty P$, $c = (001)\,oP$, $x = +\,m\text{Ꝑ}\infty$. Die Krystalle sind von hellgelber Farbe, stark glänzend. von kurzprismatischer Entwicklung. Fläche x stets rund, daher nicht bestimmbar.

Fig. 46.



	Beobachtet:	Berechnet:
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	*49° 9′	—
$p : c = (110) : (001)$	*55 27	—
$b : l = (010) : (011)$	*68 36	—
$l : p = (011) : (110)$	47 11	47° 8′
$p' : l = (\bar{1}10) : (011)$	112 26½	112 4

Die Krystalle spalten vollkommen nach $(010)\,\infty\text{Ꝑ}\infty$. Die Ebene der opt. Axen ist senkrecht zu $\infty\text{Ꝑ}\infty$. Axe b ist erste Mittellinie, dieselbe ist negativ; die zweite Mittellinie macht im stumpfen Winkel der Axen a und c mit Axe c einen Winkel von 22° 10′ für *Na*-Gelb (Stauroskop. Messung).

Der Winkel der opt. Axen, gemessen an einer Spaltplatte in Oel, ergiebt für:

Li-Roth	*Na*-Gelb
$2H_a = 74^0\ 43'$	$75^0\ 40'$.

---

42. Benzenyltolylsulfophenylamidin.

$C^6H^5C \begin{cases} NH.C^6H^4.CH^3 \\ N(C^6H^5.SO^2) \end{cases}$. Schmelzpunkt 145—146°.

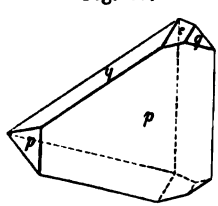
Wallach und Gossmann, Ber. d. d. chem. Ges. 1878, **11**, 755.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}65006 : 1 : 0{,}53320$$
$$\beta = 69^0\ 16'.$$

Formen: $p = \infty P(110)$, $q = \text{Ꝑ}\infty(011)$, $c = oP(001)$. Die Krystalle sind farblos und stets nach der Symmetrieaxe hemimorph ausgebildet (s. Fig. 47).

Fig. 47.



	Beobachtet:	Berechnet:
$p : c = (110) : (001)$	*72° 24′	—
$p : q = (1\bar{1}0) : (0\bar{1}1)$	*59 50	—
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	*62 38	—
$p' : q = (\bar{1}\bar{1}0) : (0\bar{1}1)$	92 3	92° 2′
$c : q = (001) : (011)$	26 33	26 30

Spaltbarkeit nach $\infty P(110)$.

Die Auslöschungen stehen auf den Prismenflächen schief.

43. Benzolsulfomonochloranilid.

$C^6H^4.Cl.NH(C^6H^5SO^2)$. Schmelzpunkt 118°.

Gossmann, l. c.

Krystallsystem rhombisch.

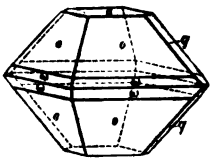
$$a : b : c = 0{,}89800 : 1 : 1{,}08432.$$

Digitized by Google

Formen: $c = oP(001)$, $o = P(111)$; $q = \breve{P}\infty(011)$, $\omega = 2P(221)$. Die pyramidal ausgebildeten Krystalle sind gelblich gefärbt und zeigen einen mangelhaften Parallelismus der Flächen.

	Beobachtet:	Berechnet:
$c : o = (001) : (111)$	*58° 21½′	—
$o : o = (111) : (\bar{1}11)$	78 24	78° 32′
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	*69 21	—
$o : \omega = (111) : (221)$	14 3 approx.	14 31
$\omega : o' = (22\bar{1}) : (11\bar{1})$	85 51½	86 4
$c : q = (001) : (011)$	47 41	47 19
$q : \omega = (011) : (221)$	47 24 approx.	48 1
$q : o = (011) : (111)$	39 11	39 16

Fig. 48.



Die Krystalle spalten ziemlich gut nach $c(001)$. Die Ebene der opt. Axen parallel derselben Fläche.

44. Benzoylsulfophenylimidchlorid.

$C^6H^5 - C \lesssim \begin{matrix} Cl \\ N(C^6H^5SO^2) \end{matrix}$. Schmelzpunkt 79—80°.

Wallach und Gossmann, Ber. d. d. chem. Ges. 1878, **11**, 754.

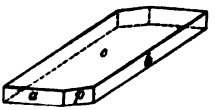
Krystallsystem asymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}86249 : 1 : ?$$

Winkel der Axenebenen und der Axen im vorderen Oktanten oben rechts

$A = 86° 2'$	$\alpha = 87° 59'$
$B = 95 40$	$\beta = 94 31$
$C = 68 9$	$\gamma = 68 24$

Fig. 49.



Formen: $c = oP(001)$, $b = \infty\breve{P}\infty(010)$, $a = \infty\bar{P}\infty(100)$, $p = \infty P'(110)$. Die Krystalle (Fig. 49) sind farblos, tafelförmig nach (001).

	Beobachtet:	Berechnet:
$b' : a = (0\bar{1}0) : (100)$	*68° 9′	—
$a : p = (100) : (110)$	*49 35½	—
$c : b = (001) : (0\bar{1}0)$	*86 2	—
$c : a = (001) : (100)$	*84 20	—
$c : p = (001) : (110)$	88 16	87° 52′
$b : p = (010) : (110)$	62 16½	62 15½

Eine Spaltbarkeit ist nicht nachweisbar.

Die Auslöschungen sind gegen die Kanten schief orientirt. Durch c bemerkt man einen Theil des Axenbildes. Die Axen-Ebene steht in keiner Orientirung zu den Kanten der Basis.

Digitized by Google

45. Triaethylbenzyl-Ammoniumperjodid.

$N(C^2H^5)^3.C^7H^7.J^3$. Schmelzpunkt 88°. Ladenburg.

Krystallsystem monosymmetrisch.

Fig. 50.

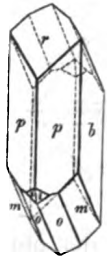
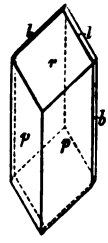


Fig. 51.



$a : b : c = 0{,}71417 : 1 : 0{,}55965$

$\beta = 67^0\ 16'$.

Formen: $p = \infty P\,(110)$, $o = +P\,(\bar{1}11)$, $l = \breve{P}\infty\,(011)$, $m = +2\breve{P}2\,(\bar{1}21)$, $i = +2\breve{P}2\,(\bar{2}11)$, $r = -\breve{P}\infty\,(101)$, $b = \infty\breve{P}\infty\,(010)$. Die Krystalle sind langprismatisch, von dunkelbraunrother Farbe und stark glänzend; sie wurden aus Aceton in zweierlei Ausbildung (Fig. 50 und 51) erhalten.

	Beobachtet:	Berechnet:
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	*66° 44′	—
$o : o = (\bar{1}11) : (\bar{1}\bar{1}1)$	*54 25	—
$p : o = (\bar{1}10) : (\bar{1}11)$	*56 58	—
$p : m' = (\bar{1}10) : (\bar{1}21)$	51 15	51° 21′
$p : m = (110) : (\bar{1}21)$	80 35	80 30
$p : r = (110) : (101)$	49 1	49 1
$p : i = (110) : (21\bar{1})$	37 1	36 44
$p : l = (110) : (011)$	57 8	57 23
$p' : l = (\bar{1}10) : (011)$	92 8	91 48
$b : m = (010) : (\bar{1}21)$	44 12	44 13
$b : i = (010) : (\bar{2}11)$	71 2½	70 59
$o : m = (\bar{1}11) : (\bar{1}21)$	18 36	18 34½
$l : m = (011) : (\bar{1}21)$	40 52	40 38
$r : l = (101) : (011)$	38 49	39 0
$r : m = (101) : (\bar{1}21)$	79 45	79 38
$r : o = (101) : (\bar{1}11)$	76 42	76 44
$l : l = (011) : (0\bar{1}1)$	54 11	54 36
$m : i = (\bar{1}21) : (\bar{2}11)$	35 42	35 44
$o : l = (\bar{1}11) : (011)$	40 39½	40 40
$o : i = (\bar{1}11) : (\bar{2}11)$	27 29	27 50
$i : l = (\bar{2}11) : (0\bar{1}1)$	85 45	85 52

Spaltbarkeit nach $\infty P\,(110)$. Ein Splitter parallel $\infty\breve{P}\infty\,(010)$ zeigt eine schiefe Orientirung gegen die Kante $p : b$. Auf Fläche (010) ist kein Axenbild bemerkbar, die Ebene der opt. Axen ist mithin wahrscheinlich derselben parallel.

Digitized by Google

46. Azoxybenzol.

$$\left.\begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\right\} N^2O.$$

Gelbe langprismatische Krystalle des rhombischen Systems ohne Endflächen:

$$p : p = (110) : (1\bar{1}0) \qquad 87^0\,32'.$$

Die Auslöschungen sind parallel den Prismenkanten; auf einem Schliff parallel $o\,P$ stehen dieselben diagonal.

47. Diphenylamin.

$$\left.\begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\right\} NH.$$

Farblose dünne, tafelförmige Krystalle des monosymmetrischen Systemes. Der Prismenwinkel beträgt circa 90°. Durch die basische Fläche sieht man eine Axe in der Mitte des Gesichtsfeldes. In Oel bemerkt man beide Axen, in der Symmetrie-Ebene dispergirt, mit ausgezeichneter geneigter Dispersion.

48. Diphenyl.

$$\left.\begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\right\}$$

Farblose tafelförmige Krystalle des monosymmetrischen Systemes. Der ebene Winkel der Basis circa 69° 30′ betragend. Durch $o\,P$ bemerkt man eine opt. Axe. In Oel sieht man beide in $\infty\breve{P}\infty\,(010)$. Die Symmetrie-Ebene halbirt den spitzen Winkel des Prismas.

49. Cyanakrinyl.

C^8H^7NO. Schmelzpunkt 69°.

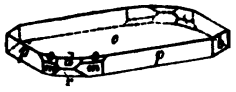
Darsteller: Laubenheimer.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}68728 : 1 : 0{,}79306$$
$$\beta = 86^0\,12'.$$

Formen: $c = o\,P\,(001)$, $m = \infty P\,(110)$, $o = -P\,(111)$, $d = -\breve{P}\infty\,(101)$, $r = +\breve{P}\infty\,(\bar{1}01)$, $p = \infty\breve{P}2\,(120)$, $b = \infty\breve{P}\infty\,(010)$. Die Krystalle sind von gelber Farbe, tafelförmig nach c.

Fig. 51.



	Beobachtet:	Berechnet:
$c : o = (001) : (111)$	*52° 23′	—
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	*53 19	—
$m : o = (110) : (111)$	*34 29½	—
$p : p = (120) : (1\bar{2}0)$	107 30½	107° 48′
$p : o = (120) : (111)$	39 37	39 38
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	68 53½	68 53

Digitized by Google

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : p = (110) : (120)$	19° 15′	19° 27½′
$m : r = (110) : (10\bar{1})$	52 28½	52 35
$m : d = (110) : (101)$	50 22½	50 20
$m : c = (110) : (001)$	86 55½	86 52½
$p : c = (120) : (001)$	87 40½	87 45
$o : d = (111) : (101)$	26 41½	26 39½
$d : r = (101) : (10\bar{1})$	81 45½	81 49
$p : d = (120) : (101)$	62 54	62 52
$c : d = (001) : (101)$	47 2	46 45

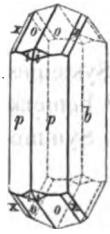
Die Krystalle spalten unvollkommen nach $o = -P(111)$. Die Ebene der opt. Axen ist $\infty\breve{P}\infty(010)$.

50. Benzoësäureglycoläther.

$C^6H^5.COO \gtrdot C^2H^4$. Schmelzpunkt 69°.

Krystalle aus der Sammlung des chem. Inst. zu Bonn, aus Aether umkrystallisirt.

Fig. 53.



Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}74071 : 1 : 0{,}34791.$$

Formen: $o = P(111)$, $p = \infty P(110)$, $a = \infty\bar{P}\infty(100)$, $b = \infty\breve{P}\infty(010)$, $i = 2\bar{P}2(211)$, $x = 2\breve{P}2(121)$. Die Krystalle sind farblos, langprismatisch; von den angegebenen Flächen kommen nur p, b, o und x an jedem Krystalle vor.

	Beobachtet:	Berechnet:
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	*34° 57′	—
$o : o = (111) : (\bar{1}11)$	*47 51	—
$b : p = (010) : (110)$	53 23	53° 28′
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	73 13½	73 4
$b : o = (010) : (111)$	72 32	72 31½
$o : p = (111) : (110)$	59 40	59 41
$o : o = (111) : (\bar{1}11)$	60 37½	60 38
$o : i = (111) : (211)$	17 18 approx.	17 39
$i : b = (211) : (010)$	75 43	75 46
$b : x = (010) : (\bar{1}21)$	58 12	57 50

Die Krystalle sind ohne nachweisbare Spaltbarkeit.

Die Ebene der opt. Axen ist $\| oP(001)$. Axe c ist erste Mittellinie und negativ. Ein Schliff senkrecht zur ersten Mittellinie ergiebt für die opt. Axen in Oel:

Li-Roth	*Na*-Gelb
$2H_a = 35° 34′$	36° 7′.

Der grosse Axenwinkel nicht messbar.

Digitized by Google

51. Bibrombrenztraubensäure.

$CHBr^2 . CO . COOH + H^2O$.

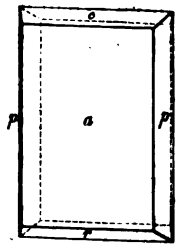
Synthetisch dargestellt, s. Claisen und Shadwell, Berichte d. d. chem. Ges. 1878, 11, 1568.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2{,}5900 : 1 : 2{,}70515$$
$$\beta = 60^0\ 8'.$$

Formen: $c = oP(001)$, $r = +P\infty(\bar{1}01)$, $a = \infty P\infty(100)$, $p = \infty P(110)$.

Fig. 54.



	Beobachtet:	Berechnet:
$a : p = (100) : (110)$	*66° 0′	—
$p : p = (110) : (\bar{1}10)$	47 54	48° 0′
$c : p = (001) : (110)$	78 4	78 19
$r : p = (\bar{1}01) : (\bar{1}10)$	77 30	77 29
$a : c = (100) : (001)$	*60 8	—
$r : a' = (\bar{1}01) : (\bar{1}00)$	*57 47	—
$c : r = (001) : (\bar{1}01)$	62 21½	62 5

Die Krystalle spalten vollkommen nach $a(100)$. Die Ebene der opt. Axen ist senkrecht zu $\infty P\infty$. Die erste Mittellinie ist fast mit Axe c zusammenfallend. Ein Schliff senkrecht zu ihr lässt den kleinen Axenwinkel erkennen; derselbe beträgt in Luft für

Li-Roth	*Na*-Gelb
32° 53′	34° 9′.

Der opt. Charakter ist positiv.

Anm. P. Groth untersuchte Krystalle dieser Säure (Liebig's Annalen 152, 267), welche nur die Flächen r, a, p zeigten, und glaubte dieselben auf Grund seiner optischen Untersuchung dem rhombischen System zuweisen zu müssen. Er leitete hieraus eine für das rhombische System noch nicht beobachtete neue Hemiëdrie ab. (Siehe Groth, Krystallogr. S. 375.) Wenn auch die von mir untersuchten Krystalle die Messung der Abweichung der ersten Mittellinie von der Axe c ihrer Ausbildung wegen nicht gestatteten, so beweisen doch die Winkelverhältnisse unzweideutig das monosymmetrische System.

52. Diphensäure.

$$\begin{matrix} C^6H^4 - COOH \\ | \\ C^6H^4 - COOH \end{matrix}$$ Schmelzpunkt 226°.

Krystallsystem monosymmetrisch.

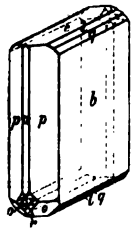
$$a : b : c = 1{,}1389 : 1 : 1{,}2065$$
$$\beta = 88^0\ 12'.$$

Die von Herrn Anschütz aus Eisessig erhaltenen farblosen Krystalle (Fig. 55) sind tafelförmig nach b; es wurden an denselben beobachtet: $b = \infty P\infty(010)$, $p = \infty P(110)$, $a = \infty P\infty(100)$, $c = oP(001)$, $l =$

Digitized by Google

$\frac{1}{2}R\infty(012)$, $q = R\infty(011)$, $o = P(\bar{1}11)$, $x = 2P2(\bar{2}11)$, $r = P\infty(\bar{1}01)$.

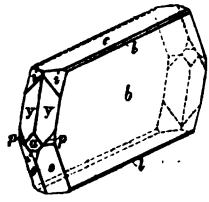
Fig. 55.



Die untergeordneten dieser Formen treten jedoch nie sämmtlich zusammen an einem Krystalle auf. Die Mehrzahl der Krystalle zeigen einen mangelhaften Parallelismus entsprechender Flächen, doch konnten mehrere der wichtigsten Winkel an einem Krystall mit guter Ausbildung gemessen werden.

Wie mir aus dem mineralogischen Institut der Universität Strassburg mitgetheilt wird, hat daselbst gleichzeitig Herr Howe aus Troy, N. Y., die Diphensäure untersucht. Demselben lagen jedoch aus heisser wässeriger Lösung beim Erkalten erhaltene Krystalle (dargestellt von Herrn Engelhorn) vor, welche zwar auch tafelförmig nach b waren, aber durch die grössere Ausbildung mehrerer, zum Theil von mir nicht beobachteter Hemipyramiden einen etwas abweichenden Habitus erhielten. Fig. 56 stellt diese, meist nach der Klinodiagonale vorherrschend ausgedehnten Krystalle dar, welche folgende Formen zeigen: $b = \infty R\infty(010)$, $c = oP(001)$, $o = P(\bar{1}11)$, $y = -2P2(211)$, $i = -P(111)$, $a = \infty P\infty(100)$, $s = 2P\infty(20\bar{1})$, $p = \infty P(110)$, $l = \frac{1}{2}R\infty(012)$. Die drei letztgenannten Formen fehlen oft.

Fig. 56.



	Beobachtet: Bodewig:	Beobachtet: Howe:	Berechnet:
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	*97° 25′	—	—
$c : p = (001) : (110)$	*88 49	—	—
$c : a = (001) : (100)$	—	88° 24½′	88° 12′
$p : b = (100) : (010)$	44 15	c. 40° (Schimmermess.)	44 17½
$o : b = (\bar{1}11) : (010)$	*50 1	49° 59′	—
$o : a = (\bar{1}11) : (\bar{1}00)$	—	56 54	56 44
$o : c = (\bar{1}11) : (001)$	58 20	—	58 46
$o : p = (\bar{1}11) : (\bar{1}10)$	32 17	—	32 25
$o : x = (\bar{1}11) : (\bar{2}11)$	19 31½	—	20 0
$x : p = (\bar{2}11) : (\bar{1}10)$	29 19	—	29 3
$l : b = (012) : (010)$	59 36 approx.	59 34	58 55
$q : b = (011) : (010)$	39 54	—	39 48
$x : b = (\bar{2}11) : (010)$	62 39	—	62 36
$r : o = (\bar{1}01) : (\bar{1}11)$	40 4	—	39 59
$r : a = (\bar{1}01) : (100)$	—	—	44 12
$q : o = (011) : (\bar{1}11)$	34 26	—	34 21
$y : a = (211) : (100)$	—	36 20½	36 4½
$y : b = (211) : (010)$	—	63 2	63 2
$y : i = (211) : (111)$	—	19 6	19 4½
$i : b = (111) : (010)$	—	50 50	50 49
$s : a = (20\bar{1}) : (100)$	—	25—26° (Schimmermess.)	25 35

Digitized by Google

Spaltbarkeit nach $oP(001)$ und $\infty P\infty(100)$ deutlich.

Optische Axenebene $\infty P\infty(010)$; sowohl durch Platten parallel $oP(001)$, als parallel $\infty P\infty(100)$, sieht man den mittleren Theil der Lemniskatenbilder und die dunklen Hyperbeln am Rande des Gesichtsfeldes; der Axenwinkel ist also sehr gross. Eine (nach der Untersuchung mit dem Quarzkeil negative) Mittellinie, wahrscheinlich die zweite, bildet mit der Verticalaxe im stumpfen Axenwinkel ac ungefähr 5° (für *Na*-Gelb).

53. Jodwasserstoffsaurer Benzimidothiäthyläther.

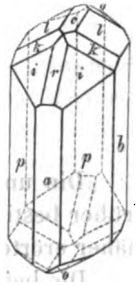
$$C^6H^5 - C(=NH.HI) - S - C^2H^5$$

Aus Wasser krystallisirt. Bei 142° unter Zersetzung schmelzend. Darst. Bernthsen.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}1296 : 1 : 0{,}54107$$
$$\beta = 71° 24'.$$

Fig. 57.



Die stark glänzenden Krystalle (Fig. 57) sind gelb, prismatisch entwickelt und zeigen folgende Formen: $p = \infty P(110)$, $b = \infty P\infty(010)$, $a = \infty P\infty(100)$, $i = -2P2(211)$, $k = -P(111)$, $l = P\infty(011)$, $o = P(\bar{1}11)$, $r = -2P\infty(201)$, $c = oP(001)$.

		Beobachtet:	Berechnet:
$p : p$	$= (110) : (1\bar{1}0)$	*94° 1′	—
$b : l$	$= (010) : (011)$	*62 51	—
$l : p'$	$= (011) : (\bar{1}10)$	*81 56½	—
$a : p$	$= (100) : (110)$	46 59	47° ½′
$a : c$	$= (100) : (001)$	71 28½	71 24
$c : p$	$= (001) : (110)$	77 21	77 26
$c : r$	$= (001) : (201)$	34 32 approx.	34 49
$r : a$	$= (201) : (100)$	36 50 -	36 35
$l : a$	$= (011) : (100)$	73 34	73 31
$i : a$	$= (211) : (100)$	40 16	40 10
$k : a$	$= (111) : (100)$	53 33	53 31
$o : a'$	$= (\bar{1}11) : (\bar{1}00)$	81 44½	81 33
$i : b$	$= (211) : (010)$	72 15	72 7
$i : p$	$= (211) : (110)$	41 44	41 47
$i : k$	$= (211) : (111)$	13 18	13 23
$k : b$	$= (111) : (010)$	67 16	67 31
$k : l$	$= (111) : (011)$	19 51	20 2
$o : l$	$= (\bar{1}11) : (011)$	24 41	24 54
$o : c$	$= (\bar{1}11) : (001)$	38 52½	38 57

Digitized by Google

	Beobachtet:	Berechnet:
$k : c = (111) : (001)$	30° 32′	30° 43′
$o : p = (\bar{1}11) : (\bar{1}10)$	63 44	63 37
$l : c = (011) : (001)$	27 6	27 9
$k : p = (111) : (110)$	46 56½	46 43
$i : l' = (211) : (0\bar{1}1)$	56 17	56 16½
$k : l' = (111) : (0\bar{1}1)$	53 29	53 47

Spaltbarkeit vollkommen nach $\infty P(110)$.

Die Auslöschungen stehen auf einem Spaltungsplättchen schief zu den Prismenkanten. Weitere optische Untersuchungen waren wegen der trüben Beschaffenheit der Krystalle nicht vorzunehmen.

Schlussfolgerungen.

Die untersuchten Substanzen zeigen sowohl unter sich, als auch zu früher bestimmten Verbindungen eine Reihe von Beziehungen, welche hier näher erörtert werden sollen.

Die beiden Sulfosäuren Nr. 1 und 2 sind isomer und zeigen, wie dies schon vielfach nachgewiesen wurde, bei verschiedener Krystallform noch eine gewisse Winkelähnlichkeit, welche sich in den Prismenwinkeln und den, letzteren entsprechenden Elementen der Krystalle ausdrückt:

Die Pseudocumolsulfonsäure ist monosymmetrisch mit einem Prismenwinkel von 89° 29′

$$a : b : c = 0{,}99131 : 1 : ?$$
$$\beta = 89° 1′.$$

Die Mesitylensulfonsäure ist rhombisch $(110) : (1\bar{1}0) = 91° 56′$.

$$a : b : c = 0{,}96681 : 1 : 0{,}64377.$$

Aehnliches findet statt bei der »α«- und »β«-Benzoylbenzoësäure:

Die erstere ist monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2{,}9403 : 1 : 13{,}199$$
$$\beta = 68° 1′.$$

Die letztere ist asymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}50681 : 1 : 0{,}63333$$
$$\beta = 64° 37′.$$

Die Axen a verhalten sich wie 6 : 1.

Das Nitrochlormetachlornitrobenzol (Stell. 1. 3. 4) Nr. 6 ist ein ausgezeichnetes Beispiel eines polymorphen Körpers; dasselbe ist isomer mit dem unter 8 beschriebenen $C^6H^3Cl(NO)^2$ der Stellung 1. 2. 3.

Digitized by Google

Die α-Modification des ersteren hat das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 1{,}8873 : 1 : 0{,}9810$$
$$\beta = 65^0\ 46'.$$

Nr. 8: $a : b : c = 1{,}7485 : 1 : ?$
$$\beta = 66^0\ 30'.$$

Die unter 9 und 10 beschriebenen Anhydride sind physikalisch isomer oder was dasselbe ist, »dimorph«.

Die Elemente der Krystalle sind fast gleich;
das Isohydrobenzoin-Anhydrid hat folgende Elemente:

$$a : b : c = 0{,}52538 : 1 : 1{,}4187$$
$$\beta = 81^0\ 8',$$

Hydrobenzoin-Anhydrid:

$$a : b : c = 0{,}49581 : 1 : 1{,}48163$$
$$\beta = 82^0\ 37'.$$

Die Krystalle unterscheiden sich jedoch leicht durch ihre Spaltbarkeit. Die ersteren spalten vollkommen nach der Symmetrieebene, die letzteren nach der Basis.

Das Isohydrobenzoin $\begin{matrix} C^6H^5 - C(OH)^2 \\ C^6H^5 - CH^2 \end{matrix}$ steht zu seinem Anhydride in naher krystallographischer Beziehung.

Das Isohydrobenzoin*) hat folgende Elemente:

$$a : b : c = 1{,}5667 : 1 : 0{,}7344$$
$$\beta = 87^0\ 7'.$$

Das Anhydrid: $a : b : c = 0{,}52538 : 1 : 0{,}70935$
$$\beta = 81^0\ 38'.$$

Das unter Nr. 12 beschriebene Orthodinitrotoluol leitet sich vom Paranitrotoluol Nr. 11 durch den Eintritt von NO^2 an die Stelle eines »H«-Atomes ab. Das rhombische System des letzteren wurde hierdurch in ein weniger symmetrisches System umgeändert. Das Paranitrotoluol ist rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}91074 : 1 : 1{,}0965$$

Orthodinitrotoluol ist monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}85930 : 1 : 0{,}54076$$
$$\beta = 85^0\ 12'.$$

Die Axen a sind nahezu gleich geblieben, die Axen c verhalten sich wie 2 : 1, während die Axenschiefe beim Orthodinitrotoluol nur eine sehr geringe ist.

Die Phenylbibrompropionsäure Nr. 14 leitet sich von der Phenylmonobrompropionsäure durch Substitution ab. Der Eintritt eines Br-Atomes an die Stelle eines Wasserstoff-Atomes bewirkt in der Regel eine Aenderung des Systemes, und die morphotropen Beziehungen sind leicht erkenntlich,

*) S. Liebig's Annalen Bd. 142.

Digitized by Google

wenn im Molekül nur ein Atom *Br* vorhanden ist. Tritt aber noch ein zweites Atom *Br* hinzu, so scheint sich der Körper einem symmetrischen System zu nähern, wie dies ja in der That bei Eintritt von drei Atomen der Fall ist (siehe Groth, Ber. d. d. chem. Gesellschaft 1870, S. 453).

Die Phenylmonobrompropionsäure hat die Elemente:

$$a : b : c = 1{,}3613 : 1 : 1{,}5962$$
$$\beta = 69^0\,14'.$$

Die Bibromsäure: $a : b : c = 0{,}23916 : 1 : 0{,}346933$
$$\beta = 78^0\,38'.$$

Die Axen *a* verhalten sich wie 6 : 1, während die Axen *c* in keinem einfachen Verhältnisse stehen.

Von grossem Interesse sind die Beziehungen der Methyl- und Aethyläther zu ihren Säuren und zu einander.

Die Aether zeigen manchmal morphotrope Beziehungen zu ihren Säuren, manchmal nicht. Neuerdings hat sogar Strüver gefunden, dass der Aethyläther, wie der Methyläther der Parasantonsäure vollkommen isomorph seien (diese Zeitschr. 2, 620).

Vergleicht man den Methyläther der Phenylbibrompropionsäure mit der Säure selbst, so erkennt man eine deutliche morphotrope Einwirkung des eintretenden Methyls.

Die Säure hat folgende Elemente:

$$a : b : c = 0{,}23916 : 1 : 0{,}346933$$
$$\beta = 78^0\,38' \qquad \text{(nach 010 spaltend)}$$

Der Methyläther:

$$a : b : c = 0{,}930885 : 1 : 1{,}51683$$
$$\beta = 82^0\,38' \qquad \text{(nach 001 spaltend)}.$$

Die Axen *a* stehen genau im Verhältniss von 1 : 4, während die Axen *c* in keinem einfachen Verhältnisse stehen (9 : 2).

Die Axen $a : c$ verhalten sich in beiden Fällen nahezu wie 1 : 1½, wie dies aus den Winkeln: 101 : 001 = 47° 53′ bei der Säure
101 : 001 = 53 12 beim Methyläther ersichtlich ist.

Der unter Nr. 16 beschriebene Aethyläther der Phenylbibrompropionsäure hat ein Axenverhältniss von:

$$a : b : c = 1{,}15761 : 1 : 1{,}62549$$
$$\beta = 88^0\,40'.$$

Durch den Eintritt von CH^3 in den Methyläther hat also keine Aenderung des Systemes stattgefunden, die Axe *c* ist ziemlich constant geblieben, während die Axe *a* eine Aenderung erlitten hat.

Vergleicht man den Aethyläther mit der Säure, so findet man die Beziehungen nicht so deutlich erkennbar. Das System ist dasselbe geblieben. Die Säure hat eine grössere Axenschiefe, die Axen *a* und *c* stehen indessen bei beiden fast genau in demselben Verhältnisse.

Digitized by Google

Aehnliche Beziehungen finden statt zwischen dem Methyl- und Aethyläther der Bibenzoylphenylglycerinsäure.

Der Methyläther hat die Elemente:

$$a : b : c = 0{,}96569 : 1 : 0{,}9008$$
$$\beta = 82^0\ 14'.$$

Der Aethyläther: $a : b : c = 1{,}19882 : 1 : 0{,}87261$
$$\beta = 83^0\ 4'.$$

Die Axen a haben mithin eine Aenderung erlitten, während das System dasselbe geblieben ist. Die Axenschiefen sind bei beiden nahezu gleich.

Der Bibrombernsteinsäure-Dimethyläther ist monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}54107 : 1 : ?$$
$$\beta = 84^0\ 27'.$$

Der Diäthyläther ist rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}55888 : 1 : 0{,}39498.$$

Der Eintritt zweier CH^3 hat ein regelmässigeres System zur Folge gehabt, während die Winkel der Prismen nahezu gleichgeblieben sind.

Das Dinitrochlorphenol Nr. 22 leitet sich vom Nitrochlorphenol Nr. 21 durch Substitution ein H-Atom durch NO^2 ab. Das Krystallsystem ist dasselbe geblieben, die Axenschiefe ist bei beiden gleich, die Axen a und c sind fast gleich.

Das β-Dinitroparadichlorbenzol Nr. 23 ($C^6H^2ClNO^2NO^2Cl = 1.\ 2.\ 3.\ 4.$) lässt sich vergleichen mit Nitroparadichlorbenzol $C^6H^3ClNO^2Cl = 1.\ 2.\ 4$ (siehe d. Zeitschr. **1**, 589). Der Eintritt eines weiteren NO^2 hat das System symmetrischer gemacht, indem aus dem asymmetrischen Nitroparadichlorbenzol das monosymmetrische Dinitroparadichlorbenzol geworden ist.

Der Winkel der Spaltungsebene des letzteren zur anliegenden Basis $= (100) : (001)$ ist $63^0\ 38'$. Der Winkel der Spaltungsebene beim Nitroparadichlorbenzol zur anliegenden Fläche $= (001) : (\bar{1}10)$ beträgt $64^0\ 58'$.

Das folgende α-Dinitroparadichlorbenzol ($C^6H^2ClNO^2ClNO^2 = 1.\ 2.\ 4.\ 6$) lässt sich ebenfalls vom $C^6H^3ClNO^2Cl$ (1. 2. 4) ableiten. Auch diesmal ist der um NO^2 reichere Körper symmetrischer geworden, und findet man auch hier die beiden Winkel von 64^0 wieder:

Bei ersterem ist $(010) : (110)$ $64^0\ 4'$
Bei letzterem $(001) : (\bar{1}10)$ $64\ 4.$

Die beiden Isomeren $C^6H^2ClNO^2NO^2Cl$ (1. 2. 3. 4) Nr. 23 und das unter Nr. 24 beschriebene $C^6H^2ClNO^2ClNO^2$ (1. 2. 4. 6) haben eine verschiedene Krystallform. Der Eintritt eines NO^2-Molekül übt also eine verschiedene Wirkung aus, je nach der Stellung des H-Atoms, welches substituirt wird.

Das Pikrylchlorid $C^6H^2ClNO^2NO^2NO^2$ (1. 2. 4. 6) Nr. 25 kann mit dem Dinitrochlorbenzol $C^6H^3ClNO^2NO^2$ (1. 2. 4) [s. diese Zeitschr. **1**, 591] verglichen werden. Durch den Eintritt eines weiteren NO^2 ist beim Pikryl-

Digitized by Google

chlorid das Krystallsystem unsymmetrischer geworden. Eine Anzahl vergleichbarer Winkel sind indessen noch vorhanden. So sind:

Pikrylchlorid		Dinitrochlorbenzol		
			β	α
$(100) : (001)$	$77^0\ 26'$	$(110) : (1\bar{1}0)$	$79^0\ 42'$	$77^0\ 55'$
$(100) : (1\bar{1}0)$	$60\ 45$	$(1\bar{1}0) : (1\bar{1}1)$	$58\ 54$	

Ein Vergleich des Benzodiphenylamid Nr. 37

$$C^6H^5 - C \lessgtr \begin{matrix} O \\ N(C^6H^5)^2 \end{matrix}$$

mit dem unter Nr. 39 beschriebenen Benzodiphenylthiamid

$$C^6H^5 - C \lessgtr \begin{matrix} S \\ N(C^6H^5)^2 \end{matrix}$$

zeigt, dass auch in organischen Verbindungen die beiden Elemente *S* und *O* sich nicht isomorph vertreten, wie dies bei anorganischen Verbindungen längst bekannt ist.

Digitized by Google

XXIII. Ueber Nickelspeise (Placodin).

Von

Jakob Braun in Wien.

(Mit 1 Holzschnitt.)

---

1. Wöhler: Analyse eines kryst. Arseniknickels, Pogg. Ann. Bd. 25.
2. G. Rose: Ueber die Krystallform der Nickelspeise, ebendas. Bd. 28.
3. G. Rose: Ueber Nickelspeise und Placodin, ebendas. Bd. 84.
4. W. Francis: Untersuchung einer kryst. Nickelspeise, ebendas. Bd. 50.
5. A. Breithaupt: Placodin, ein neuer Kies, ebendas. Bd. 58.
6. C. F. Plattner: Chemische Untersuchung des Placodins von der Grube Jungfer etc., ebendas. Bd. 58.
7. Dr. Schnabel: Das Breithaupt'sche Mineral »Placodin«, wahrscheinlich ein Hüttenprodukt, ebendas. Bd. 84.
8. C. F. Rammelsberg: Handbuch der kryst. Chemie, I. Bd. 1855.
9. C. F. Rammelsberg: Lehrbuch der chem. Metallurgie, 1850.
10. Miller a. Br.: Mineralogy, p. 149, Fig. 136, 1852.

Ueber Nickelspeise wurde bereits eine Reihe von Abhandlungen veröffentlicht, von denen die von Rose (2. p. 433; 3. p. 589) und Breithaupt (5. p. 631) die wichtigsten sind, und um die sich alle anderen gewissermaassen gruppiren.

Beide Forscher kamen in ihren Untersuchungen zu ganz entgegengesetzten Resultaten, indem beide verschiedene Krystallformen und auch verschiedene chemische Zusammensetzungen beschreiben. Rose hat die von Wöhler (1. p. 302) untersuchten Krystalle revidirt und fand mit diesem übereinstimmend Quadratoktaëder mit geraden Endflächen. Dieselbe Form hatten auch andere von ihm untersuchten Krystalle, nur kamen an denselben noch Zuschärfungen der Grundpyramide (*O*) durch eine steilere Pyramide (2 *O*) vor.

Breithaupt hingegen, der die krystallisirte Nickelspeise wegen ihrer tafelförmigen Gestalt mit dem Namen »Placodin« belegte, nahm eine monokline Krystallform an und stellte die von Rose als Endfläche der Grundpyramide bezeichnete Fläche als Brachypinakoid dar.

Digitized by Google

Sowohl Breithaupt, als auch Rose beharrten bei ihren Angaben, und Letzterer hat in seiner späteren Abhandlung den Wunsch geäussert, dass eine neuere Untersuchung die bestehenden Zweifel beheben möchte.

Auf Veranlassung meines Lehrers, des Herrn Prof. Schrauf, untersuchte ich einige dem mineralog. Institute durch den Mineralienhändler Herrn Genzsch übermittelte Krystalle der Nickelspeise*) und die oben erwähnten Meinungsverschiedenheiten boten Veranlassung dar, diese Zeilen zu veröffentlichen.

Meiner ersten Messung zufolge schien die Beschreibung Breithaupt's richtig zu sein. Die späteren Untersuchungen ergaben jedoch, dass selbst diese dem Placodin Breithaupt's so ähnlichen Krystalle sich dennoch auf die von Rose beschriebenen Formen reduciren lassen, indem im wesentlichen tetragonale Formen von einem ungeahnten Gestaltenreichthum, wie P, $2P$, $\frac{1}{2}P$ und viele andere mit den complicirtesten Indices vorherrschen.

Zur besseren Uebersicht gebe ich nun in Folgendem eine Tabelle, welche die gemessenen Winkel nebst ihren Indices im Vergleiche mit den Beobachtungen Rose's und Breithaupt's darstellt. Die Qualität oder Güte der Flächen wurde durch das Gewicht 1, 2, 3 ausgedrückt, wo 3 die höchste oder beste Stufe und daher auch den geringsten Wahrscheinlichkeitsfehler bezeichnet. Die einzelnen Krystalle wurden mit Nummern belegt, damit eine jeweilige Revision leicht ermöglicht wird.

$$a : c = 1 : 1{,}125.$$

Beobachtet wurden ausser den von Rose und Breithaupt beschriebenen [O (Rose) M (Breith.)] $o = (111)P$, $l = (221)2P$, $t = (223)\frac{2}{3}P$, $v = (443)\frac{4}{3}P$, $c = (001)oP$, noch die Flächen $p = (445)\frac{4}{5}P$, $x = (11\,11\,12)\frac{11}{12}P$ und $i = (887)\frac{8}{7}P$.

Winkeltabelle**)

Krystall-nummer.	Combination der Flächen	Zeichen nach Naumann	Beobachtet	Gewicht	Gerechneter Winkel	Rose	Breithaupt
II	$c : o$	$oP : P$	57° 51′	3	57° 51′	57° 50′	57° 44′
						$c : o$	$b : M$
II	$c : o'$	$oP : P'$	57 54	3	–	–	–
III	$c : o$	$oP : P$	58 4	2	–	–	–
IV	$c : o$	$oP : P$	57 54	3	–	–	–
V	$c : o$	$oP : P$	57 47	1	–	–	–
VI	$c : o$	$oP : P$	57 38	1	–	–	–
VI	$c : \bar{o}$	$oP : P$	57 53	1	–	–	–
VI	$c : {}'o$	$oP : {}'P$	57 50	3	–	–	–
VI	$c : {}'\bar{o}$	$oP : {}'P$	57 54	3	–	–	–

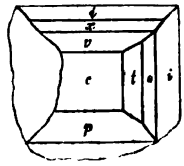
*) Es sind ältere Stücke unbekannter Provenienz.

**) $\bar{o} = (11\bar{1})$; ${}'o = (\bar{1}11)$.

Digitized by Google

Krystall-nummer	Combination der Flächen	Zeichen nach Naumann	Beobachtet	Gewicht	Gerechneter Winkel	Rose	Breithaupt
III	$o : v$	$P : \frac{4}{3}P$	60 47′	2	60 55′	—	—
							$b : f$
IV	$c : t$	$oP : \frac{3}{5}P$	46 37	3	46 44	—	46° 32′
IV	$c : p$	$oP : \frac{4}{5}P$	54 54	3	54 54	—	—
V	$c : p$	$oP : \frac{4}{5}P$	54 54	3	54 54	—	—
IV	$c : x$	$oP : 1\frac{1}{2}P$	55 25	1	55 34	—	—
IV	$c : i$	$oP : \frac{5}{7}P$	61 8	1	61 12	—	—
IV	$c : i'$	$oP : \frac{5}{7}P'$	61 8	1	61 12	—	—
							$b : v$
IV	$c : v$	$oP : \frac{1}{3}P$	64 44	3	64 46	—	64 56
						$c : 2o$	
VI	$c : l$	$oP : 2P$	72 42	1	72 33	72° 33′	—
V	$c : l$	$oP : 2P$	72 30	2	72 38	72 38	—
						$o : o$	
II	$o : o$	$P : P'$	73 42	3	73 38	73 33	—
VI	$\bar{o} : {}'\bar{o}$	$P : {}'P$	73 33	3	73 38	73 33	—
V	$l : p$	$2P : \frac{4}{5}P$	79 12	3	79 19	—	—
IV	$o : v$	$P : \frac{4}{3}P$	76 59	3	76 53	—	—
IV	$f : v$	$\frac{3}{2}P : \frac{4}{3}P$	72 55	2	73	—	—

Aus dem Vergleiche der gerechneten und beobachteten Winkel geht hervor, dass das Parametersystem den Anforderungen vollkommen genügt, um die Formen als tetragonale gelten zu lassen. Es liegt jedoch dadurch keineswegs die Berechtigung vor, den Beobachtungen Breithaupt's jedwede Richtigkeit abzusprechen. Der Grund seiner irrigen Auffassung kann in irgend einer zufälligen abnormen Verschiebung oder Zwillingsbildung der beobachteten Objekte gesucht werden; denn der von mir zuerst untersuchte Krystall Nr. 4 (s. beistehende Figur) zeigte dieselben asymmetrischen Verhältnisse und liess die von Breithaupt beschriebenen Flächen deutlich wiedererkennen.



Was die chemische Zusammensetzung der Nickelspeise betrifft, giebt Breithaupt als Formel derselben laut der Analyse Plattner's $Ni_2 As$ an. Die Analysen der verschiedenen Beobachter differiren wesentlich hiervon, und es scheint demnach dasjenige, was man mit Nickelspeise bezeichnet, eine ganze Reihe chem. Verbindungen anzudeuten, welche durch einen und denselben Process erzeugt, dennoch ganz wechselnde Atomverhältnisse zeigen.

Rammelsberg's Behauptung (8. p. 38), dass $Ni_4 As$ und $Ni_3 As$ gleiche Formen haben, ist auf den Umstand zurückzuführen, dass den vorhandenen krystall. Untersuchungen zufolge Placodin und Nickelspeise damals als zwei verschiedene Substanzen betrachtet wurden. Da Isomorphie

Digitized by Google

bei zwei so ähnlichen Verbindungen wohl zu den Seltenheiten gehören würde, dürfte weit eher der Erklärungsgrund der gleichen Formen in der Zusammensetzung der Nickelspeise gesucht werden, welche mehr den Typus einer Mischung oder Legirung, als den einer constanten Verbindung an sich trägt und daher auch die Eigenschaft besitzt, ähnlich diesen ihre Form zu behaupten, wenn auch ein geringer Procentsatz fremder Beimengungen in der Substanz vorhanden ist.

Ich habe nun die verschiedenen Analysen nach den Atomverhältnissen auf nahezu gleichen Nickelgehalt zu bringen versucht, wodurch die einzelnen Differenzen leicht ins Auge fallen und eine genauere Uebersicht ermöglicht wird. Die einzelnen Analysen, nach ihrem relativen Nickelgehalt geordnet, sind die von:

Berthier:	$Ni_{32}\,As_{24}\,S$
Wille:	$Ni_{36}\,As_{22}\,S_3\,Fe_2\,Cu$
Wöhler:	$Ni_{38}\,As_{24}\,S_2\,Fe\,Cu$
Plattner:	$\left.\begin{matrix}Ni_{37}\\Co\end{matrix}\right\rangle As_{20}\,S\,Cu$
Francis:	$\left.\begin{matrix}Ni_{36}\\Co_2\end{matrix}\right\rangle As_{18}\,S\,Fe_7$
Schnabel:	$Ni_{38}\,As_{17}\,S_9\,Fe\,Cu_2$
Marchand:	$Ni_{38}\,As_{31}\,Fe_{36}$
Schneider:	$\left.\begin{matrix}Ni_{37}\\Co_2\end{matrix}\right\rangle As_{25}\,S_2\,Fe\,Cu\,Bi$
Dougherty:	$\left.\begin{matrix}Ni_{38}\\Co_9\end{matrix}\right\rangle As_{20}\,S_{24}\,Fe_7\,Cu_3.$

Ich selbst habe 0,0548 Gr. derber Substanz vor dem Löthrohr untersucht. Das restirende Korn, nach den Angaben Plattner's (6. p. 283) für Ni_2As genommen, wog 0,0492 g, welches also 0,03008 g Ni enthielt. Daraus ergiebt sich in 100 Theilen der ursprünglichen Substanz:

Ni	54,89
As	45,11

wo jedoch unter As nicht Arsen allein, sondern auch der darin enthaltene Schwefel und auch etwas Antimon, der am Rauch erkennbar war, verstanden werden muss. Ein unbeträchtlicher Cobaltgehalt verrieth sich durch eine schwache Blaufärbung der Boraxperle.

Eine quantitative Analyse, die mit einer geringen Quantität (wegen Schonung der gemessenen Krystalle) vorgenommen wurde, liess im Ganzen denselben Gehalt an Nickel, das durch Kali gefällt wurde, constatiren. Ausserdem war jedoch eine auffallende Menge an Schwefel wahrnehmbar. Arsen wurde als arsensaure Magnesia gefällt. Cobalt wurde mit Nickel mitgewogen; Antimon konnte nicht berücksichtigt werden. Eisen war nicht nachweisbar. Die Analyse ergab in 100 Theilen:

Digitized by Google

Ni(*Co*)	55,56
As	37,50
S	5,76
Sb	—
	98,82

nach den Atomverhältnissen mit $Ni_{38}\,As_{20}\,(S_8\,Sb_1)$ bezeichenbar.

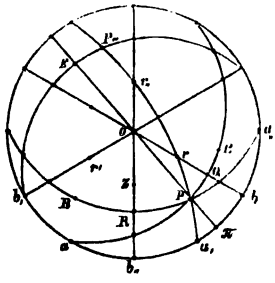
Berechnet man die Dichte der Nickelspeise, als summatorische Funktion der Atomvolumina von $Ni_2\,As$ Breithaupt's und *As*, so folgt als Resultat für die Dichte von $Ni_3\,As_2$, auf welche Formel sich im Wesentlichen die behandelte Substanz zurückführen lässt, 7,74, welche Zahl auch mit der von mir beobachteten nahezu übereinstimmt. Das spec. Gewicht wurde nämlich mit 7,6944 bestimmt; Breithaupt hingegen fand $D = 7{,}988—8{,}062$.

Mineralog. Museum d. Universität Wien, 1. März 1879.

Digitized by Google

XXIV. Correspondenzen, Notizen und Auszüge.

1. W. J. Lewis (in London): **Notiz über Rechnungsmethoden im rhomboëdrischen System** (vorgetragen in der Sitzung der krystallogr. Gesellschaft zu London am 24. Nov. 1878). Die von Miller u. A. für die Berechnung der rhomboëdrischen Indices aus den Winkeln, oder umgekehrt der Winkel aus den Indices, gebrauchten Formeln sind zwar elegant, aber complicirt und schwierig. In etwas veränderter Form können dieselben leicht erhalten werden aus dem anharmonischen Verhältniss von vier Flächenpolen in einer Zone, bestimmt durch drei in einer der Symmetrieebenen gelegene, bekannte Pole und einen vierten, dessen Stellung und Indices mit den Polen der zu bestimmenden Form in directen Zusammenhang gebracht werden können. Diese Methode liefert in einfachster Weise die weiter unten mit (2) bezeichnete Gleichung, welche zwar in verschiedenen krystallographischen Handbüchern zu finden ist, deren Brauchbarkeit jedoch bisher zu wenig hervorgehoben wurde, obgleich sie wegen ihrer Einfachheit und wegen des Umstandes, dass der darin enthaltene Winkel der zuerst aus den gemessenen Winkeln eines Skalenoëders abgeleitete ist, weniger leicht zu Irrthümern Anlass giebt, als irgend eine andere Gleichung.



Die beistehende Figur stellt die stereographische Projection einiger der wichtigsten Pole und Flächen eines rhomboëdrischen Krystalls dar, zusammen mit den Polen P einer zu bestimmenden Form $(h\,k\,l)$*). Die Pole r sind $= (100)$, $o = (111)$, demnach $b = (2\bar{1}\bar{1})$ und $a = (01\bar{1})$. Ist im Besondern $P = (h\,k\,l)$, so sind die beiden in Bezug auf $o\,b$ und $o\,b_{,,}$ symmetrisch zugehörigen Flächen $P_{,} = (h\,l\,k)$ und $P_{,,} = (k\,h\,l)$. Seien ferner Q, R, π die Durchschnittspunkte folgender Zonenpaare: $[PP_{,}]$ $[o\,b]$ — $[PP_{,,}]$ $[o\,b_{,,}]$ und $[o\,P]$ $[b\,b_{,,}]$ so sind die Indices

von Q $= (2\,h,\ k + 2l,\ k + l)$
von R $= (h + k,\ h + k,\ 2\,l)$
von π $= (2\,h - k - l,\ -h + 2\,k - l,\ -h - k + 2\,l)$.

Das anharmonische Verhältniss der Pole a, $b_{,,}$, π, b ist (vergl. Miller, Treatise on Crystallography, p. 14):

*) Die Indices in der vorstehenden Mittheilung sind die von Miller gebrauchten rhomboëdrischen, nicht die in dieser Zeitschrift üblichen Bravais'schen. In der Naumann'schen Bezeichnungsweise ist $o = o\,R$, $r = R$, $z = -R$, $b = \infty R$, $a = \infty P 2$, P die zu bestimmende Fläche von $m\,R\,n$, E eine solche des Gegenskalenoëders $-m\,R\,n$; Q und R sind die beiden, die stumpfe, resp. scharfe Polkante von $m\,R\,n$ abstumpfenden Rhomboëder, endlich π das diesem Skalenoëder entsprechende dihexagonale Prisma.

Digitized by Google

$$\frac{\sin b\,\pi}{\sin \pi\, a} : \frac{\sin b\, b_{,,}}{\sin b_{,,} a} = \left[\frac{b\ \pi}{\pi\ a}\right] : \left[\frac{b\, b_{,,}}{b_{,,}\, a}\right] = \frac{k-l}{2\,h-k-l}$$

Daraus folgt:

$$tang\ b\,\pi = tang\ XoP = \frac{(k-l)\sqrt{3}}{2\,h-k-l} \qquad (1)$$

Das anharmonische Verhältniss der Pole o, r, Q, b giebt in ähnlicher Weise:

$$\frac{tang\ oQ}{tang\ or} = \left[\frac{oQ}{bQ}\right] : \left[\frac{or}{br}\right] = \frac{2\,h-k-l}{2\,(h+k+l)}.$$

Setzt man $or = D$, so erhält man:

$$tang\ oQ = \frac{2\,h-k-l}{2\,(h+k+l)}\ tang\ D\ . \qquad (2)$$

Ebenso resultirt für die Pole o, R, $b_{,,}$ und z $(22\bar{1})$, d. i. die Fläche des Gegenrhomboëders von $r_{,,}$,

$$\frac{tang\ oR}{tang\ D} = \left[\frac{Ro}{Rb_{,,}}\right] : \left[\frac{zo}{zb_{,,}}\right] = \frac{h+k-2\,l}{2(h+k+l)} \qquad (2^a)$$

Im rechtwinkeligen Dreieck PoQ haben wir:

$$tang\ oP = tang\ oQ\ sec\ b\,\pi \qquad (A)$$

und aus (1) und (2):

$$tang^2\ oP = \frac{(k-l)^2 + (l-h)^2 + (h-k)^2}{2\,(h+k+l)^2}\ tang^2 D \qquad (3)$$

Die Gleichung (2) wurde von Miller in seinem »Treatise on Crystallography, 1839« in folgender Form gegeben:

$$tang\ Po\ tang\ Xo\ cos\ XoP = \frac{2\,h-k-l}{h+k+l}$$

und in der gleichwerthigen Form:

$$2\ tang\ Po\ cotg\ oA\ cos\ XoP = \frac{2\,h-k-l}{h+k+l},$$

von denen die letztere der Gleichung (2) entspricht, mit dem einzigen Unterschiede, dass $tang\ oQ$ durch seinen aus Gleichung (A) folgenden Werth ersetzt ist. Die von Miller gegebene Form zeigt indessen nicht so deutlich die Einfachheit der Beziehung zwischen den in der Gleichung enthaltenen und den durch die Beobachtung gegebenen Grössen.

Um zu zeigen, wie bequem die Verwendung dieser Formel ist, möge mit derselben ein Skalenoëder bestimmt werden, welches an einem Mineral mit bekannten Elementen, z. B. Kalkspath, auftritt. Wenn die beiden Polkantenwinkel $PP_{,}$ und $PP_{,,}$ gemessen wurden, so sind damit die drei Seiten des Dreiecks $aPa_{,,}$ bekannt, und es ergiebt sich als erster berechneter Werth der Winkel $Pab = bQ = \frac{\pi}{2} - oQ$. Gleichung (2) giebt nun den einfachen Ausdruck der Beziehung zu den Indices (hkl). Ist dagegen der Winkel der Mittelkanten des Skalenoëders und einer der Polkanten $PP_{,}$ oder $PP_{,,}$ gemessen, so kennen wir die Seiten des Dreiecks $aPa_{,}$ oder $a_{,,}Pa_{,}$; im ersteren Falle ist oQ bestimmt, wie vorher, im zweiten oR, und wir müssen demgemäss Gleichung (2) oder (2^a) anwenden.

Zur Vervollständigung vorstehender Methode ist es noch nöthig, zu zeigen, dass die Beziehungen zwischen Rhomboëdern und ihren Gegenrhomboëdern,

Digitized by Google

Skalenoëdern und Gegenskalenoëdern leicht erhalten werden können mit Hülfe der Gleichung zwischen den Indices einer Fläche und denen der Zone, in welcher sie liegt. So liegt die Fläche E, welche der negativen, P entsprechenden Form angehört, in den Zonen $[oP]$ und $[b, P_{\prime\prime}]$; es können demnach ihre Indices sämmtlich und damit ihre geometrischen Beziehungen zu P bestimmt werden. (So viel mir bekannt, hat Hr. Maskelyne diese Methode zur Bestimmung der Indices der Gegenformen bereits in seinen Vorlesungen in Oxford mitgetheilt.)

2. **A. Schmidt** (in Budapest): **Der Wolnyn von Muzsaj** (Terménetrajzi füsetek 1879, 1. Heft). Der Verf. liefert eine krystallographische Darstellung der durch ihn untersuchten Wolnynkrystalle dieses Fundortes, welche er aus dem ungarischen Nationalmuseum erhielt. Er konnte folgende 16 Gestalten feststellen: $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $c = (001)oP$, $m = (110)\infty P$, $K = (130)\infty\breve{P}3$, $L = (140)\infty\breve{P}4$, $\lambda = (210)\infty\bar{P}2$, $o = (011)\breve{P}\infty$, $d = (102)\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $z = (111)P$, $R = (223)\frac{2}{3}P$, $f = (113)\frac{1}{3}P$, $q = (114)\frac{1}{4}P$, $v = (115)\frac{1}{5}P$, $y = (122)\breve{P}2$, $\mu = (124)\frac{1}{2}\breve{P}2$. Von diesen Formen werden L, R, v, y und μ von Schrauf (Unters. ü. d. Identität des Wolnyn mit Schwerspath, Sitz.ber. d. Wien. Akad. 1860, **39**, 286) nicht angegeben, dagegen konnte der Autor die von Schrauf an den Muszajer Krystallen aufgeführte Fläche $r = (410)\infty\bar{P}4$ nicht beobachten. Der Verf. hat seiner Arbeit die beobachteten Combinationen in 9 Figuren und eine Kugelprojection der aufgezählten 16 Gestalten beigegeben.

Ref.: J. A. Krenner.

3. **M. Tarássow** (in St. Petersburg): **Ueber den Vesuvian der Nikolai-Maximilian-Grube im Ural** (Verh. russ. min. Ges. 2. Ser. Bd. **14**, 139. 1879). Die ersten Vorkommnisse dieser Grube wurden vor Jahren durch P. v. Jeremejew beschrieben, welcher damals schon die Meinung äusserte, dass diese neue Fundstätte ihrer Reichhaltigkeit wegen ein Analogon zu der Achmatowschen Grube bilden würde — eine Vermuthung, welche völlig bestätigt worden ist, indem von hier jetzt schon eine grössere Anzahl Mineralien bekannt ist, als von Achmatowsk. An beiden Fundorten, welche in ihren petrographischen Verhältnissen grosse Aehnlichkeiten aufweisen, treten Kalke neben Klinochlorschiefern auf, und an ihrer Gränze findet sich neben Perowskit, Walujewit u. A. auch grüner Vesuvian, welchen Verf. zum Gegenstande einer Untersuchung gemacht hat. Die von 3 mm bis 1 cm im Durchmesser grossen Krystalle zeigen feine, mit kohlensaurem Kalk erfüllte, Sprünge, welche ein Zerfallen der Krystalle nach ihrem Herauslösen mit schwacher Säure bedingen. Der Habitus ist pyramidal durch das Vorherrschen der Pyramide (111); daneben treten Pyramiden 2. Ordnung und viele ditetragonale Pyramiden auf. Die einfachste Combination ist (001), (111), (101), (411), (5. 5. 13). Letztere Form ist neu und wurde aus den Winkeln mit (001) und (111) bestimmt. Andre Krystalle zeigen mehrere ditetragonale Pyramiden, wie (312), (311), (211), (512). Die letztgenannte, welche neu ist, fand sich an vier Krystallen vor; dieselbe ist stärker entwickelt, als die andren, und bedingt den Habitus. Sie fällt in die Zone $[(201)\ (311)] = [\bar{1}12]$ und gehört auch in die Zonen $[\bar{1}\bar{1}3]$ und $[02\bar{1}]$. Die Pyramide 2. Ordnung (101) ist blos an zwei Krystallen beobachtet worden. Die Gesammtzahl der Formen, welche am Vesuvian der Nikolai-Maximilian-Grube gefunden worden sind, ist demnach = 13.

Digitized by Google

Die Messungen ergaben, verglichen mit den aus den Grundwerthen von v. Zepharovich berechneten, folgende Zahlen*)

		Gemessen:	Berchnet:
(111)	(1$\bar{1}$1)	50° 42½′	50° 40½′
—	($\bar{1}\bar{1}$1)	74 30	74 29
(001)	(111)	37 14½	37 14½
(113)	—	22 57½	23 1½
—	(001)	14 13½	14 13
(5.5.13)	(111)	20 52	20 56½
—	(001)	16 23	16 18
(221)	(111)	19 19	19 25½
(331)	—	29 3½	29 5
—	(33$\bar{1}$)	47 22	47 21
—	(211)	9 39	9 39½
(101)	(111)	25 14	25 20
(201)	—	31 9½	31 11
—	(20$\bar{1}$)	85 43½	85 51½
—	(101)	18 47	18 49
(211)	(111)	17 56½	18 6
—	(221)	16 22½	16 6
—	(201)	20 10	20 6½
(312)	(111)	16 50	16 50
—	(3$\bar{1}$2)	23 44	23 38
—	(101)	15 47	15 50
—	(201)	14 22	14 21
—	(211)	11 24	11 26
(311)	(201)	19 19	19 15½
—	(211)	11 26½	11 25
(411)	(111)	37 10	36 50
(512)	(201)	11 2½	11 3
—	(211)	12 29½	12 32½
—	(312)	14 24½	14 28½
—	(311)	8 9½	8 12½
—	(51$\bar{2}$)	72 19½	72 141.

Das spec. Gew. der Krystalle ist 3,394.

Ref.: A. Arzruni.

4. Emilio Bechi (in Pisa): **Ueber den Hofmannit** (R. Accad. d. Lincei. Ser. 3ª. Transunti, Vol. II. 135. 1878). Im Lignit des Senesischen finden sich weisse krystalline Ausblühungen, welche die Zusammensetzung

$$C = 82{,}23 \qquad H = 12{,}20 \qquad O = 5{,}57$$

haben, also der Formel $C_{20}H_{36}O$ entsprechen und vom Verf. zu Ehren des Hrn. Prof. A. W. Hofmann benannt worden sind. Die Krystalle sind rhombenförmige farblose, geschmack- und geruchlose Tafeln mit Perlmutterglanz. Löslich in Alkohol (bei + 14° in 1000 Th. Alkohol 5 Th. Subst.), viel leichter in Aether. Sp. Gew. = 1,0565. Bei + 71° schmilzt der Hofmannit zu einer olivenölähn-

*) Verf. giebt auch die Secunden an, welche ich aber, da die berechneten und die gemessenen Werthe in den Minuten differiren, hier weggelassen habe. Der Ref.

Digitized by Google

lichen Flüssigkeit, brennt mit leuchtender Flamme. Bei der Destillation zersetzt er sich und verbreitet einen Geruch nach Acroleïn. Weder durch Alkalien noch durch conc. Schwefelsäure wird die Substanz alterirt. Ihrer Zusammensetzung nach wäre sie zwischen Euosmit und Rosthornit einzureihen.

Ref.: A. Arzruni.

5. A. Issel (in Genua): **Aragonit und ein Zeolith aus den ligurischen Kupfergängen.** (Zeolite ed Aragonite, raccolte nei filoni cupriferi della Liguria. Boll. R. Com. geol. Ital. 1878. 116). Die beiläufig 800 m breite Zone der vom Borgonasco-Flusse — einem Nebenflusse des Petronia im Casarza-Gebiet — durchschnittenen Gabbro, Amphibolite, Diorite verschiedener Art und ähnlicher Gesteine, welche sämmtlich ineinander Uebergänge zeigen und vom Verf. als metamorphosirte Thonschiefer, Kalke, Mergel und Sandsteine des oberen und mittleren Eocän betrachtet werden, enthalten Adern von Kupferkies und Buntkupfer, neben welchen erdiger Epidot und perlmutter- resp. fettglänzende Täfelchen eines Zeolith-Minerals — Laumontit — auftreten. Unweit davon, am Monte Loreto, beim Dorfe Masso, wo gediegen Kupfer und Gold gewonnen wurden, ist neben dem erwähnten Zeolith auch fasriger Aragonit aufgefunden worden. Beides deutet nach der Ansicht des Verf. darauf hin, dass diese Ablagerungen hydrothermischen Einflüssen ausgesetzt gewesen sind und zwar wahrscheinlich zur Zeit des Absatzes des Kupferkieses. Ref.: A. Arzruni.

6. A. Cossa (in Turin): **Ueber den Serpentin von Verrayes im Val d'Aosta** (Sul serpentino di Verrayes in Valle d'Aosta. R. Accad. Lincei. Ser. 3ª. Memorie. Vol. II. Seduta del 5 maggio 1878, Roma). Der Serpentin dieser Localität, welcher als edler bezeichnet werden kann, unterscheidet sich in Bezug auf die Farbe von denjenigen andrer piemontesischen Vorkommnisse und ähnelt vielmehr dem von Snarum, von welchem er aber darin abweicht, dass er keine unzersetzten Olivinkrystalle enthält. Die chemische Zusammensetzung dieses Serpentins, verglichen mit derjenigen der Mineralien von Corio, Favaro (Biella — hier zum ersten Male analysirt) und Snarum (nach einer Analyse von Scheerer) ist folgende.

	Verrayes. I.	Verrayes. II.	Corio	Favaro	Snarum
SiO_2	40,90	40,86	40,88	50,43	40,71
MgO	41,31	41,37	34,94	23,81	41,48
FeO	4,70	4,59	10,21	12,67	2,43
Al_2O_3	—	—	Spur	Spur	2,39
Fe_2O_3	—	—	2,05	2,08	—
Cr_2O_3	0,02	0,03	Spur	Spur	—
NiO	0,08	0,09	0,51	0,06	—
CaO	0,02	0,03	—	—	—
MnO	Spur	Spur	—	—	—
P_2O_5	Spur	Spur	—	—	—
H_2O	13,40	13,08	11,74	10,65	12,61
	100,43	100,05	100,33	99,70	99,62
Spc. Gew.	2,564		2,65	2,68	—

Der Serpentin von Verrayes enthält, wie die andren, auch Einschlüsse von Magneteisen, welche schon mit blossem Auge zu sehen sind. Die mikroskopische Untersuchung liess im Magneteisen Einschlüsse eines Magnesiumsilicates erkennen —

Digitized by Google

wahrscheinlich Enstatit. Durch Schmelzen des Serpentins von Favaro hatte Daubrée (Compt. rend. 62. 660. 1866) ein Gemenge von Olivin und Enstatit erhalten, was Verf. durch erneuerte Versuche in Bezug auf den Olivin bestätigt hat. Durch Schmelzen des Serpentins von Verrayes bildete sich äusserlich Olivin, während das Innere aus Enstatitkrystallen bestand. Schliesslich glückte es noch dem Verf. auch, künstlichen Enstatit durch Zusammenschmelzen von Kieselsäure und Magnesia (ohne Anwendung von $MgCl_2$ als Flussmittel, wie es Hautefeuille bei seinen Versuchen that) darzustellen. Derselbe enthielt 59,65 SiO_2 und 41,50 MgO, während der Formel $MgSiO_3$ die Zahlen 60 resp. 40 entsprechen.

Ref.: A. Arzruni.

7. **H. Dufet** (in Paris): **Ueber die Aenderung der Brechungsexponenten in isomorphen Mischungen** (Compt. rend. 86. 880. Avril 1878). Zur Untersuchung wurden Nickel- und Magnesium-Vitriol verwendet und aus denselben fünf verschiedene Mischungen dargestellt. Es erwies sich, dass der mittlere Brechungsexponent mit Zunahme des *Ni*-Salzes in der Mischung fortwährend wächst. Verf. drückt die beobachtete Gesetzmässigkeit folgendermaassen aus:

»Die Differenzen zwischen den Brechungsexponenten einer Mischung zweier isomorpher Salze und denjenigen der reinen Salze selbst verhalten sich umgekehrt wie die Anzahl der in der Mischung enthaltenen Aequivalente beider Salze.«

Unter »Aequivalent der Mischung« versteht Verf. diejenige Menge derselben, welche ein Aequivalent SO_4. 7 HO enthält. (In der folgenden Tabelle ist die ältere Schreibweise der chemischen Formeln entsprechend dem Original beibehalten worden. Die Procente des *Ni*-Salzes in der Mischung führe ich nicht an, da dieselben sich von selbst ergeben. Unter β ist der mittlere Brechungsexponent gemeint und sämmtliche Grössen desselben beziehen sich auf die Linie D. d. Ref.)

Salze	$MgO, SO_3 + 7HO$ in Procenten	Aequivalente	β. Gemessen	β. Berechnet
$MgO, SO_3 + 7HO$	100	123	1,4554	—
Mischung 1.	71,65	127,51	1,4645	1,4641
- 2.	59,3	129,58	1,4675	1,4681
- 3.	46,1	131,87	1,4720	1,4725
- 4.	28,05	135,12	1,4790	1,4788
- 5.	20,9	136,47	1,4830	1,4815
$NiO, SO_3 + 7HO$	0	140,54	1,4893	—

Das Gesetz der Aenderung der Brechungsexponenten kann übrigens als eine Folgerung aus dem Gladstone'schen Gesetze über das Brechungsvermögen betrachtet werden, indem dieses bei Mischungen gleich der Summe der Brechungsvermögen der Componenten ist. Bei isomorphen Mischungen kommt aber noch hinzu, dass das spec. Gew. proportional dem Aequivalente ist. Mischt man also eine Anzahl, z. B. p und p', Aequivalente zweier Körper, deren Aequivalent-Gewichte e resp. e' und deren Brechungsexponenten n resp. n' sind, miteinander, so erhält man:

$$pe\left(\frac{n-1}{d}\right) + p'e'\left(\frac{n'-1}{d'}\right) = pe + p'e'\left(\frac{N-1}{D}\right).$$

Wo d, d' und D die spec. Gew. der beiden Salze und der resultirenden Mischung und N den Brechungsexponenten der letzteren ausdrücken. Da aber

Digitized by Google

$$D = \frac{p\,e + p'\,e'}{\frac{p\,e}{d} + \frac{p'\,e'}{d'}} \text{ und } \frac{e}{d} = \frac{e'}{d'}, \text{ so folgt: } N = \frac{p\,n + p'\,n}{p + p'}.$$*)

Verf. schliesst aus diesen Betrachtungen dass isomorphe Mischungen einige Analogie mit Flüssigkeitsmischungen besitzen, indem auch ihre optischen Eigenschaften das Mittel derjenigen der Componenten sind. Verf. hat auch direct die Winkel der optischen Axen gemessen, welche jedoch weniger gut mit den berechneten Werthen übereinstimmen. Hr. Dufet verspricht endlich weitere Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Zusammensetzung und optische Eigenschaften isomorpher Mischungen anzustellen. (Dieselben werden dann zeigen, ob die von ihm an einem Beispiele beobachtete Gesetzmässigkeit in der That eine allgemeine Gültigkeit besitzt oder ebenso vereinzelt dasteht, wie einige Fälle von isomorphen Mischungen, deren geometrischen Werthe zwischen denjenigen der Componenten zu liegen kommen und, wären sie allein bekannt, zur Annahme allgemeingültiger Gesetzmässigkeiten verführen könnten. d. Ref.)

Ref. A. Arzruni.

8. **Lecoq de Boisbaudran** (in Cognac): **Ueber ein von Herrn Lettsom entdecktes neues Mineral** (Compt. rend. **86.** 1028. Avril 1878). Hr. Lettsom**) fand in der Sammlung zu Oxford ein Mineral, welches bisher irrthümlich für eine Blende von Cornwall gehalten worden ist. Das neue Mineral, welches der Entdecker Rhabdophan benannt hat, zeigt die charakteristischen Absorptionsstreifen des Didym und des Erbium. Der Fundort ist nicht mehr festzustellen, da die Stücke (drei im Ganzen) vor 1820 gesammelt worden sind. Verf. ist der Meinung, dass der Rhabdophan eine fasrige Varietät des Monazit sein könnte, welcher bekanntlich auch die Absorptionsstreifen des Didym zeigt.

Ref. A. Arzruni.

9. **P. Hautefeuille** (in Paris): **Ueber die Krystallisation der Kieselsäure auf trocknem Wege** (Compt. rend. **86.** 1133 und 1194. Mai 1878). Die einzige Methode, die Kieselsäure künstlich auf trocknem Wege krystallisirt darzustellen, war die von G. Rose angegebene: Anwendung von Phosphorsalz als Flussmittel. Verf. wendet mit Erfolg Wolframiate der Alkalien zu diesem Zwecke an und erhält nach Wunsch beide Modificationen der Kieselsäure. Um den Tridymit zu erhalten, reichen einige Stunden hin, wenn amorphe Kieselsäure in Natriumwolframiat anhaltend der Schmelztemperatur des Silbers ausgesetzt bleibt. Wird die Temperatur längere Zeit auf 1000° erhalten, so bekommt man ziemlich dicke Tafeln von Tridymit. Das spec. Gew. ist 2,30 bei 16°, sehr nahe das von vom Rath gefundene. Der Tridymit ist viel leichter zerstörbar als der Quarz; so z. B. bei einer Temperatur über 1000° bildet sich ein Silicat, welches erst nach längerer Zeit wieder Tridymit giebt, wenn es im sauren Wolframiat bei 900°—1000° gehalten wird. — Um Quarz zu erzeugen, braucht man blos amorphe Kieselsäure im Alkali-Wolframiat bei der Schmelztemperatur des Letzteren, d. i. bei 750° zu erhalten. Dieser Methode, welche längere Zeit erfordert um zum gewünschten Resultate zu führen, ist jedoch eine andre vorzuziehen, welche gleichzeitig Quarz

*) Im Original ist durch einen Druckfehler $\frac{p\,n - p'\,n'}{p + p'}$ angegeben. d. Ref.

) Vergl. auch diese Zeitschr. **8, 191.

Digitized by Google

und Tridymit liefert. Die Schmelze setzt man einer fortwährend zwischen 800° und 950° schwankenden Temperatur aus: beim Beginn der Temperaturabnahme bildet sich Tridymit, sobald sie aber unter 850° gesunken ist, entsteht Quarz. Anfangs in geringer Zahl und mikroskopisch klein, vermehren sich und wachsen die Quarzkrystalle bei fortgesetzter Wirkung des geschmolzenen Salzes und nach zweimonatlichem Erwärmen hat man ebensoviel Quarz wie Tridymit. Die Quarzkrystalle zeigen die Flächen $R = x(10\bar{1}1)$, $-R = x(1\bar{1}01)$, $\infty R = (10\bar{1}0)$, $-2R = x(2\bar{2}01)$, $+2R = x(20\bar{2}1)$. Die Messungen derselben ergaben:

	künstl.	natürl. n. Des Cloizeaux.
$(10\bar{1}1)\ (10\bar{1}\bar{1})$	76° 33	76° 26′
— $(20\bar{2}1)$	16 51	16 44.

Die beiden Flächen $x(2\bar{2}01)$ und $x(20\bar{2}1)$ sind an diesen Krystallen am stärksten entwickelt und horizontal gestreift; sie treten sogar allein auf, wenn die Temperatur nicht unter 800° gesunken ist. Bei einer etwas niedereren Temperatur entstehen die flächenreichsten Krystalle und zeigen oft vorherrschend $x(10\bar{1}1)$ und $x(1\bar{1}01)$. Beim Ueberhitzen des Flussmittels entstehen auch Trapezoëderflächen, wahrscheinlich die Flächen $x = 6P\frac{6}{5} = x\pi(51\bar{6}1)$. Bei Anwendung von Lithium-Wolframiat als Flussmittel werden Krystalle von der Form $4R = x(40\bar{4}1)$, $-4R = x(4\bar{4}01)$ erhalten. Die Borsäure endlich, zum Wolframiate hinzugesetzt, bewirkt die Bildung ganz spitzer Rhomboëder, spindelförmiger Krystalle und das Auftreten des Prismas $\infty R = (10\bar{1}0)$. Das spec. Gew. der Mischung von Quarz und Tridymit ist 2,46 und ist dieselbe also gebildet aus ungefähr gleichen Theilen Quarz (sp. Gew. = 2,65) und Tridymit (sp. Gew. = 2,30) indem das sp. Gew. 2,46 ziemlich das Mittel der sp. Gew. der beiden Modificationen darstellt. Die Methode, die neulich Hr. Thoulet (wo? d. Ref.) angegeben hat, gestattet die beiden Varietäten soweit voneinander zu sondern, dass man für den Quarz das sp. Gew. = 2,64 erhält. Die Analyse vermittelst Flusssäure ergab im Quarz einen Gehalt von 0,003 Natron und Spuren von Wolframsäure. Es stellt sich heraus, dass auch hier, wie bei den Feldspäthen der Habitus der Krystalle mit der Entstehungstemperatur und den Krystallisationsbedingungen wechselt.

Ref. A. Arzruni.

10. F. Pisani (in Paris): **Ueber Lettsomit und den Hypersthen und Labrador aus dem Hypersthenit von Aveyron** (Compt. rend. **86.** 1418. Juin 1878). Zuerst im Banate entdeckt, wurde der Lettsomit neuerdings neben Adamin, Olivenit, Brochantit, Malachit, Azurit, Lunnit, Pyromorphit, Mimetesit, Pharmakosiderit, Baryt und Kupferglimmer in der Grube La Garonne (dép. du Var) wiedergefunden. Dieses Mineral tritt hier immer in dünnen, radial angeordneten Kryställchen auf und bildet Anflüge auf Sandsteinplatten. Die Analyse gab:

		Sauerstoff:		Verhältniss:
SO_3	12,10	7,25		4
CuO	49,00	9,85	10,71	6
CaO	2,97	0,86		
Al_2O_3	11,21	5,20	5,62	3
Fe_2O_3	1,41	0,42		
H_2O	22,50	19,80		10.
	99,19			

Digitized by Google

Ungeachtet der Aehnlichkeit dieser Zahlen mit denjenigen, welche die Analysen verschiedener Substanzen aus Cornwall (Enysit, Woodwardit, etc.) gaben, die als Gemenge angesehen werden, will Verf. jedoch nicht entscheiden, ob der Lettsomit nicht dennoch unter die gut definirten Mineralien einzureihen wäre, da sein Aussehen und seine Zusammensetzung im Banate und in Frankreich fast vollständig übereinstimmen.

Der Hypersthen von Arvieu im Aveyron, dessen sp. Gew. = 3,33, ist stark dichroitisch: gelb in einer und blaugrün in einer anderen Richtung (Welches diese Richtungen sind — ist nicht angegeben. d. Ref.). Die übrigen optischen Eigenschaften stimmen mit sonstigen Angaben bis auf den Winkel der optischen Axen überein, welchen Verf. circa 96° in Oel gefunden hat (Für welche Farbe? d. Ref.). Die Analyse gab:

SiO_2	51,00
Al_2O_3	5,65
FeO	13,60
MgO	28,20
Glühverlust	0,20
	98,65

Dieser Hypersthen ist also noch eisenärmer als der von Farsund, Norwegen.

Der Labrador aus demselben Gestein mit spec. Gew. = 2,78 wurde ebenfalls analysirt:

		Sauerstoffverhältniss.
SiO_2	52,90	6
Al_2O_3	29,40	3
Fe_2O_3	1,30	
CaO	11,30	4
Na_2O	4,28	
K_2O	0,30	
MgO	1,20	
Glühverlust	0,43	
	101,11	

Ref.: A. Arzruni.

11. Gaudin (in Paris): **Ueber den Bau einiger Mineralien** (Compt. rend. 87. 66. Juillet 1878). Auf Grund einer nicht näher angegebenen Hypothese und bei Annahme von bestimmten Entfernungen zwischen den Molekülen, welche gleich sind den Entfernungen der Atome voneinander oder dieser Entfernungen multiplicirt mit einer einfachen Zahl (Unter diesen einfachen Zahlen figurirt auch $\sqrt{2}$! d. Ref.), behauptet Verf. die Fundamentalwinkel verschiedener Mineralien berechnen zu können und verspricht z. B. zu beweisen, dass die Dimensionen des Moleküls beim Anatas vollkommen denjenigen des Rutils und Zinnsteins entsprechen, und dass daher sämmtliche Symbole der gegen die Hauptaxe geneigten Flächen des Anatases irrthümliche seien. Ferner soll nachgewiesen werden, dass die Wolfram- und Molybdän-Säuren nicht mit der Schwefel- resp. Chrom-Säure zu vergleichen seien, sondern mit der Thonerde, der Borsäure, der arsenigen Säure. Schliesslich will Hr. Gaudin die absolute Anzahl Moleküle Thonerde, Beryllerde, Kieselsäure und ihre Lage im Smaragd ermittelt haben ... Und das Alles nennt er »Architecture des atomes«.

Ref.: A. Arzruni.

Digitized by Google

12. R. Panebianco (in Rom): **Ueber die Dimorphie des Acettoluidin (1. 4.)** (Gazz. chim. ital. 8. 1878 S. 426—428.) Die Substanz $C_6H_4 \begin{cases} CH_3 \\ NH\,CO.\,CH_3 \end{cases}$ krystallisirt aus einer alkoholischen Lösung bei langsamer Verdunstung im monosymmetrischen System mit $a : b : c = 1{,}217 : 1 : 0{,}789$, $\beta = 73^0\,53'$ und zeigt die Formen: (100), (001, (110), ($\bar{1}$11), (011), (021). Spaltbarkeit vollkommen nach (001), weniger vollkommen nach (100). Zwillinge nach (001). Ebene der optischen Axen: (010); die positive Mittellinie fast senkrecht auf (001). Winkel der opt. Axen in einer Platte nach (001) in Oel für Roth $= 106^0\,10'$; $\varrho < v$; schwache geneigte Dispersion. Bei rascher Krystallisation entstehen rhombische Krystalle von der Form (100), (010), (001), (110), (101), (121): $a : b : c = 0{,}651 : 1 : 0{,}329$. Optische Axenebene: (010); erste Mittellinie senkrecht auf (100); $2\,H_a = 84^0\,0'$ für Roth; $\varrho < v$. Die beiden Modificationen scheinen sehr nahe Schmelzpunkte zu besitzen, und Verf. nimmt sie beide $= 148^0$—149^0 an. (Verf. ist aber im Irrthum, wenn er meint, dass sämmtliche Fälle von Dimorphie organischer Verbindungen — er kennt blos die von O. Lehmann untersuchten Paranitrophenol und Hydrochinon — der aromatischen und speciell der Reihe (1. 4) angehören. Es sind allerdings auch noch andre Beispiele von Dimorphie ebenfalls aus der Parareihe der aromatischen Verbindungen bekannt, aber auch solche, welche entweder einer andren (Meta-) Reihe derselben Gruppe, oder sogar nichtaromatischen Verbindungen angehören. — Vgl. u. A. O. Lehmann. Diese Zeitschr. I. 125 ff. d. Ref.)

Ref.: A. Arzruni.

18. S. Barilari (in Pavia): **Monosymmetrischer Schwefel aus einer alkoholischen Lösung von Schwefelammonium** (Solfo prismatico dal soluto alcoolico di solfuro di ammonio. Gazz. chim. Ital. 1878. 178.). Es gelang dem Verf. in wiederholten Versuchen durch freiwilliges Verdunstenlassen einer Mischung von Alkohol und Schwefelammonium oder Sättigung einer solchen mit Schwefelblumen (wobei sich die Flüssigkeit intensiv roth färbte) monosymmetrische Krystalle von Schwefel zu erhalten, welche sich allerdings bald trübten und in die rhombische Modification übergingen. Daraus zieht Verf. den Schluss, dass ausser der Temperatur auch die chemische Natur des Lösungsmittels und der den Schwefel abscheidenden Verbindung auf die Form der entstehenden Krystalle Einfluss haben.

Ref.: A. Arzruni.

14. S. N. Kulibin (in St. Petersburg): **Ein neuer russischer Euklaskrystall** (Verh. d. Ksrl. russ. mineralog. Ges. 2. Serie. **14**, 147. 1879) Unter den verschiedenen Mineralien, welche dem Verf. von dem Hrn. Bergingenieur K. A. Kulíbin aus den Kámenno-Alexandrow'schen Goldseifen (früher Besitzung des Kaufmanns Bakákin) im südlichen Ural zugesandt wurden, fand sich auch ein 21 mm langer und 8,5 mm dicker Euklas-Krystall vor, dessen absolutes Gewicht 1,4564 grm betrug. Derselbe, blos an einem Ende ausgebildet, am andren abgebrochen, besitzt eine deutlich-monosymmetrische Gestalt; seine Flächen sind z. Th. etwas abgerieben, aber trotzdem ist er vollkommen durchsichtig und fast wasserhell; auf den äusserst vollkommenen Spaltungsflächen (010) zeigt er starken Diamantglanz. Sein spec. Gew. bestimmte Hr. M. O. Dolgopólow $= 3{,}111$, welcher Werth mit dem von Kokscharow angegebenen, 3,10, ausreichend übereinstimmt. Härte — unter derjenigen des Topases. Beobachtet

Digitized by Google

wurden die Flächen $(110) = \infty P$; $(120) = \infty P2$: $(111) = -P$; $(141) = -4P4$; $(\bar{1}31) = +3P3$; $(011) = P\infty$; $(021) = 2P\infty$; $(010) = \infty P\infty$; Ausserdem ein nicht bestimmbares Prisma, dessen Flächen zwischen (110) und (120) liegen — vielleicht $(340) = \infty P\frac{4}{3}$.

	Gemessen.	Ber. Kokscharow.
$110.1\bar{1}0$	$35^0\ 17'$	$35^0\ 20'\ 4''$
120.010	$57\ 23$	$57\ 30\ 8$
111.110	$38\ 8$	$38\ 14\ 46$
$-.1\bar{1}1$	$23\ 35$	$23\ 46\ 22$
$-.141$	$28\ 0$	$28\ 12\ 34$
$010.-$	$49\ 52$	$49\ 54\ 15$
$\bar{1}31.\bar{1}31$	$74\ 20$	$74\ 10\ 56$
$-.021$	$41\ 23$	$41\ 28\ 4$
021.111	$42\ 48$	$42\ 43\ 34$
$011.0\bar{1}1$	$36\ 10$	$36\ 18\ 32$
$-.021$	$15\ 12$	$15\ 6\ 10$
$-.120$	$41\ 31$	$41\ 21\ 0$
$120.\bar{1}31$	$40\ 4$	$40\ 9\ 56$

Bisher sind blos 8 Krystalle von russischem Euklas bekannt gewesen, von denen 7 in Kokscharow's »Materialien«*) erwähnt sind, während der 8. sich in der Sammlung des Berg-Institutes zu St. Petersburg befindet. Der eben beschriebene Krystall wäre demnach der 9. Alle diese Krystalle stammen von demselben Orte her.

Ref.: A. Arzruni.

15. P. v. Jeremejew (in St. Petersburg): **Ueber einige neue Formen an Platin- und Iridium-Krystallen** (Verh. d. Ksrl. russ. mineralog. Ges. **2.** Serie. **14**, 155. 1879). Das Material, über welches der Verfasser verfügte, bestand aus 10 Pfund Platin aus verschiedenen Sanden des Urals, welche ihm von Hrn. Th. N. Ssáwtschenkow zugestellt wurden, aus dem im Museum des Berg-Instituts zu St. Petersburg befindlichen Vorrath an Platinsand und aus einzelnen Exemplaren der beiden Metalle, welche in Privatsammlungen aufbewahrt werden. Bei der Durchsicht dieses Vorrathes kam Verf. zur Ueberzeugung, dass neben den Platinkörnern hexaëdrische Krystalle nicht so selten sind, wie es allgemein angenommen wird, dass dagegen Krystalle mit oktaëdrischem Habitus äusserst selten angetroffen werden. Ausser diesen bisher allein beobachteten Formen fand Verf. auch das Rhombendodekaëder und die Pyramidenwürfel $(320) = \infty O\frac{3}{2}$, $(530) = \infty O\frac{5}{3}$; $(210) = \infty O2$ und $(310) = \infty O3$. Manchmal werden auch Zwillinge und unregelmässige Verwachsungen angetroffen. Die absoluten Dimensionen der einzelnen Krystalle variiren zwischen 1 und 3,5 mm; ihre Farbe schwankt zwischen Hell-Stahlgrau bis Silberweiss und den dunkelsten Nuancen des Grau, und mit der Farbe auch ihr spec. Gew. — Dasselbe ist 14,2201—14,3151 für die dunkelsten und 16,772—17,5831 für die hellsten Abänderungen. Die Härte ist 4,5—6; sie sind in verschiedenem Grade schmiedebar; manche sind stark metallglänzend, die meisten jedoch zeigen einen matten Glanz. Auch sind sie nicht alle magnetisch. Die meisten Krystalle sind verzerrt und zeigen oft treppenförmige

*) Es ist wohl ein Versehen: in dem citirten Werke sind blos 6 Krystalle aufgezählt und zwar drei in Bd. III. 97, und in Bd. IV. 51 noch drei, von denen der letzte nochmals in Bd. IV. 100 nach einem Gypsabguss beschrieben ist. d. Ref.

Digitized by Google

Absätze auf den Kanten. Bezüglich der Beschaffenheit ihrer Flächen bieten die rein-hexaëdrischen Krystalle nichts Bemerkenswerthes und blos als Seltenheit treten geradlinig nach den Combinationskanten (100) (111) begränzte regelmässig sich durchkreuzende Vertiefungen auf, welche wegen der Unterbrechungen, welche an ihnen vorkommen, nicht polysynthetischen Zwillingen zuzuschreiben sind. Bemerkenswerth sind Parallelverwachsungen und Durchwachsungen von hexaëdrischen, in der Richtung einer Hauptaxe verlängerten Krystallen, bei denen die in der Zone der Verlängerungsaxe liegenden Flächen stark gerundet, während die senkrecht dazu stehenden eben sind, so dass cylindrische Gestalten entstehen. Die Rundung ist z. Th. durch den treppenförmigen Bau, z. Th. aber durch das Auftreten des Rhombendodekaëders und der verschiedenen Tetrakishexaëder bedingt. Solche Paralleldurchwachsungen erinnern an die Durchwachsungszwillinge des Eisenkieses. Von den Combinationen ist diejenige von (100) mit (111) nicht häufig und letztere Flächen dann stets klein und nicht vollzählig. Ebenso selten sind Krystalle von der Combination (100) (110). Die Flächen (110) sind untergeordnet aber glänzend an einfachen Krystallen, während sie an Parallelverwachsungen grösser entwickelt sind und zwar vorwiegend in einer Zone. Die Würfelflächen zeigen manchmal Vertiefungen, die auch zu rechtwinkelig begränzten Durchbohrungen werden, ähnlich den entsprechenden sechsseitigen Durchbohrungen, welche Verf. am Osmiridium beobachtete (Gornoi-Journal 1868. I. 245). Ein Krystall mit vorherrschendem (110) aus dem Ssúcho-Wissim'schen Sande (Níshne-Tagilsk) befindet sich im Museum des Berg-Instituts. Derselbe ist 3,5 mm gross und zeigt auf den (110)-Flächen eine Streifung nach den Combinationskanten (110) (111). Reine Rhombendodekaëder fand Verf. nur vier Mal, sämmtlich aus Ssúcho-Wissím herstammend und der hellen Varietät angehörend. Die Pyramidenwürfel, welche an hexaëdrischen Krystallen auftreten, sind meistens unvollzählig entwickelt, ohne jedoch die pentagonal-dodekaëdrische Symmetrie zu zeigen. Die beiden Formen (320) und (530) sind oft sehr glatt und geben gute Reflexe. Gleichzeitig sind sie an einem und demselben Krystalle nicht beobachtet worden. Die zwei andren Pyramidenwürfel (210) und (310) sind gestreift und nicht mit genügender Genauigkeit messbar. Sie treten sowohl an einfachen wie auch an paralleldurchwachsenen hexaëdrischen Krystallen auf und beschränken sich meistens auf eine Zone. Ausser den erwähnten Flächen tritt manchmal, und zwar ausschliesslich an Krystallen der dunklen Varietät, an den Würfelecken, aber stets nur mit einer Fläche ein Pyramidenoktaëder auf, welches aber nicht gemessen wurde, da gerade die Würfelflächen derjenigen Krystalle, an welchen es beobachtet wurde, matt waren. Am Platin waren bisher keine Zwillinge bekannt; dem Verf. gelang es solche nach dem gewöhnlichen (Spinell-) Gesetze sowohl an hexaëdrischen, wie auch an oktaëdrischen Krystallen zu finden und zwar ausschliesslich an Krystallen der dunklen Varietät. Wiederholte Zwillingsbildung scheint nicht vorzukommen. — Die Messungen ergaben:

	Gemessen	Berechnet
(320). (100)	33° 40′ 12	33° 41′ 23″
530. —	31 0 2	30 57 53
210. —	26 30 52	26 33 54
310. —	18 27 17	18 26 8

Das Iridium, theils in undeutlichen Krystallen, theils in eckigen unregelmässigen Körnern, ist von den hellen Varietäten des Platins schwer zu unterscheiden. Es wurden daher blos unzweifelhafte Krystalle herausgelesen. Ihre Grösse schwankt zwischen 1 und 3 mm; ihre Farbe ist silberweiss mit einem Stich ins

Digitized by Google

Gelbliche auf der Oberfläche und ins Grauliche im Bruche; sie besitzen starken metallischen Glanz, eine undeutliche Spaltbarkeit nach dem Würfel — und nach derselben Fläche manchmal auch eine blättrige Structur. Nach dem Oktaëder macht sich eine Zwillingsabsonderung bemerkbar. Härte = 6—7. Das spec. Gew. der Ssúcho-Wissím'schen Krystalle ist = 22,6472 — 22,7735 und derjenigen von Newjánsk = 22,8053 — 22,8361. Am häufigsten bestehen die Krystalle aus dem Würfel allein, seltener zeigen sie die Combination (100) (111) (110), wobei aber die erste Form stets vorherrscht; ferner solche, bei denen das Oktaëder vorherrscht und der Würfel untergeordnet auftritt, und am seltensten ist die Combination (100) (430) (310). Die Krystalle des Iridiums sind viel regelmässiger entwickelt, als diejenigen des Platins; ihre sämmtlichen Flächen sind glänzend. Die octaëdrischen Krystalle sind selten regelmässig entwickelt, häufig als polysynthetische Zwillinge, welche auch durcheinandergewachsen erscheinen, wobei die Zwillingsbildung auch nach mehreren Oktaëder-Flächen stattfindet. In solchen Zwillingsgruppen ist der centrale Krystall stets regelmässig gestaltet, während die mit ihm verwachsenen nicht selten in der Richtung der Zwillingsaxe verkürzt sind und als angelagerte Lamellen auftreten, wobei auch tetraëdrische Formen zum Vorschein kommen. Die oktaëdrischen und hexaëdrischen Krystalle des Iridiums unterscheiden sich auch etwas in ihrem specifischen Gewichte, indem dasselbe bei den ersteren gleich 22,7700 — 22,7735 und bei den letzteren von 22,6472 — 22,6681 gefunden wurde. Die Messungen an den Iridium-Krystallen ergaben:

	Gemessen	Berechnet
430 . 100	36° 54′ 47″	36° 52′ 14″
310 . —	18 26 41	18 26 8

Ref.: A. Arzruni.

16. Derselbe: Korund aus dem Ural (a. a. O. 227. Sitzungsprotokolle des Jahres 1878). Die Krystalle, aus dem Ilmengebirge und vom Ufer des Ssanárka-Flusses (südl. Ural) herstammend, sind Zwillinge mit parallelen Hauptaxen. Fast alle Krystalle der genannten Gegenden zeigen auf (0001) = oR eine Streifung, welche aus drei sich unter 60° schneidenden, parallel den Combinationskanten (0001) x (10$\bar{1}$1) = oR . R laufenden Streifensystemen gebildet wird und von polysynthetischen Zwillingen, deren Zwillingsfläche x(10$\bar{1}$1) = R ist, herrührt. Die von den Streifen eingeschlossenen Winkel von 60° sind manchmal halbirt und die beiden Hälften zeigen dann einen verschiedenen Glanz. Es sind dann drei, symmetrisch nach (11$\bar{2}$0) = $\infty P2$ durcheinandergewachsene Krystalle. Manchmal sind auch beide Zwillingsgesetze an demselben Krystalle zu beobachten. — Die Korundkrystalle vom Dorfe Sseljánkina, Bezirk Slatoúst, welche Hr. J. W. Muschkétow mitbrachte, zeigen die für diesen Fundort gewöhnlichen Flächen: (0001) = oR, (11$\bar{2}$0) $\infty P2$, (22$\bar{4}$3) = $\frac{4}{3} P2$, (14 . 14 . $\bar{2}\bar{8}$. 3) = $\frac{14}{3} P2$, (22$\bar{4}$1) = $4 P2$ und x(10$\bar{1}$1) = + R, sind aber bemerkenswerth ihrer tafelförmigen, (seltener kurzsäulenförmigen) Gestalt wegen. Solche tafelförmigen Krystalle wachsen manchmal derart zu Gruppen zusammen, dass sie an die bekannten Eisenrosen erinnern.

Ref.: A. Arzruni.

17. Derselbe: Krystalle des Ferromangansilicums und des künstlichen Rhodonit (Pajsbergit) (a. a. O. 246. Sitzungsprotokolle des Jahres 1878). Die

Digitized by Google

erstgenannte Substanz wird in den Hütten von Nishne-Tagilsk im Grossen dargestellt und bei der Bereitung des Bessemer-Stahles angewandt. Die Krystalle derselben sind regulär und zeigen die Flächen (102), (100), sind aber nie regelmässig entwickelt, sondern verlängert in der Richtung einer Hauptaxe und erinnern somit an die rhombische Symmetrie. — Der Rhodonit hat sich zufällig in einer Eisengiesserei bei St. Petersburg gebildet in Krystallen von 0,25 — 0,75 cm, blass-röthlichgelber, manchmal nelkenbrauner Farbe. Sie zeigen starken Glasglanz und auf den Spaltungsflächen $(1\bar{1}0)$ Perlmutterglanz. Beobachtet wurden die Flächen: (110), $(1\bar{1}0)$ welche einen Winkel von 87° 20′ einschliessen, ferner (100), (010), (221), $(2\bar{2}1)$. Ausser der sehr vollkommenen Spaltbarkeit nach $(1\bar{1}0)$ ist noch eine zweite, ziemlich deutliche nach (001). Die Messungen ergeben Werthe, welche wenig von denen des natürlichen Pajsbergit abweichen.

Ref.: A. Arzruni.

18. Derselbe: Beryll vom südlichen Ural (a. a. O. 257. Sitzungsprotokolle des Jahres 1878). Ein merkwürdiger nach der Basis tafelförmiger Krystall ist, von Cyanit begleitet, in einem Goldsande des südlichen Urals aufgefunden worden und zeigt folgende Flächen: (0001) = oP, $(10\bar{1}0) = \infty P$, $(10\bar{1}1) = P$, $(11\bar{2}1) = 2P2$. Gemessen wurden folgende Winkel:

$10\bar{1}1 \,.\, 10\bar{1}0 = 60^0\ 3'\ 20''$
$\quad - \,.\, 0001 = 29\ 53\ 40$
$11\bar{2}1 \,.\, 2\bar{1}\bar{1}1 = 90\ 6\ 52.$

Spec. Gew. = 2,6044. Die absoluten Grössen des Krystalls sind: 1,5 und 0,75 cm parallel der Tafelfläche, während die Dicke 3,5 mm beträgt. Ein ähnlicher, aber flächenreicherer Krystall befindet sich im Besitze des Hrn. M. W. Eroféjew.

Ref.: A. Arzruni.

19. N. v. Kokscharow (in St. Petersburg): **Messungen an Krystallen des grönländischen Eudialyt** (a. a. O. 205). Die bisher von Miller und von v. Lang beobachteten Formen dieses Minerals sind: (0001) = oR, $(10\bar{1}0) = \infty R$, $(11\bar{2}0) \infty P2$, $x(10\bar{1}1) = +R$, $x(50\bar{5}8) = +\frac{5}{8}R$, $x(10\bar{1}4) = +\frac{1}{4}R$, $x(1\bar{1}02) = -\frac{1}{2}R$, $x(2\bar{2}01) = -2R$, $x(12\bar{3}1) = +R3$, $x(1\bar{1}05) = -\frac{1}{5}R$ und $(11\bar{2}3) = \frac{3}{2}P2$ *). —

	Gemessen. Koksch.	v. Lang.	Berechnet.
$10\bar{1}4 \,.\, 0001$	$= 31^0\ 23'\ 0''$	—	$31^0\ 22$ Miller
$10\bar{1}1 \,.\, —$	$67\ 44\ 12$	—	$67\ 42$ -
$1\bar{1}02 \,.\, —$	$50\ 36\ 30$	$50\ 18$	$50\ 38$ -
$10\bar{1}1 \,.\, 01\bar{1}1$	$73\ 34\ 0$	—	$73\ 30$ -
$— \,.\, 10\bar{1}4$	$36\ 22\ 40$	—	— -
$— \,.\, 10\bar{1}0$	$22\ 2\ 0$	—	$22\ 18$ -
$— \,.\, 1\bar{1}02$	$52\ 56\ 0$	$52\ 55$ / $53\ 15$	$53\ 5$ -

*) Diese Fläche, welche bei v. Lang (Phil. Mag. [4]. **25**, 436, 1863) mit n bezeichnet ist, wird in der Abhandlung des Herrn v. Kokscharow wohl aus Versehen als »Skalenoëder, dessen Flächen die Polkanten des primären Rhomboëders zuschärfen« angegeben. In Dana's Mineralogy ist noch als am Eudialyt vorkommend, das Skalenoëder $R2 = x(11\bar{2}2)$, jedoch ohne Quellenangabe, aufgeführt. d. Ref.

Digitized by Google

	Gemessen. Koksch.	Berechnet. v. Lang.	
$10\bar{1}4$. —	$42^0\ 32'$	—	$42^0\ 2'$ Miller
$50\bar{5}8$. 0001	—	56 48	56 44 v. Lang.
$1\bar{1}05$. —	—	25 45	26 0 –
$11\bar{2}3$. $1\bar{1}02$	—	23 42 24 3	24 3 –

Aus den Messungen $(10\bar{1}4)\,(0001) = 31^0\ 23'$ und $(10\bar{1}4)\,(01\bar{1}4) = 73^0\ 34'$ erhält man für $(10\bar{1}4)\,(0001)$ die berechneten Werthe: $67^0\ 42'\ 52''$ resp. $67^0\ 38'\ 20$, während der durch directe Messung gefundene Werth $= 67^0\ 44'$ ist. Das Mittel dieser drei Zahlen liefert: $67^0\ 41'\ 44''$ — einen Werth, welcher sehr nahe mit dem von Miller angegebenen d. h. $67^0\ 42'$ übereinstimmt. Aus diesem Grundwerthe berechnet sich das Axenverhältniss $a : c = 1 : 2{,}11159$.

Ref.: A. Arzruni.

20. J. Joubert (in Paris): **Die Circularpolarisation des Quarzes bei verschiedenen Temperaturen** (Sur le pouvoir rotatoire du quartz et sa variation avec la température. Compt. rend. 87. 497. Septembre 1878). Beim Vergleiche der Drehung ist die Methode von Fizeau und Foucault angewandt worden, sonst das Polarimeter von Laurent, wobei die Drehung blos für Natrium-Licht bestimmt wurde. Es wurde bei constanter Temperatur operirt. Niedere Temperaturen wurden vermittelst Eis und Mischungen von Eis und Kochsalz erzeugt, während für die Beobachtung in höheren Temperaturen die Quarzplatten in Dämpfe einer kochenden Flüssigkeit gebracht wurden. Diese Flüssigkeiten waren: Alkohol ($78{,}26$), Wasser (100^0), Anilin ($183{,}5$), Quecksilber (350^0), Schwefel (448^0) und Cadmium (840^0), endlich wurde für noch höhere Temperaturen ein mit Petroleumrückständen geheizter Ofen angewandt, wobei eine Temperatur erhalten wurde, bei der das Porcellan weich wurde. Zu den Versuchen dienten 10, theils rechts-, theils links-drehende Quarzplatten, welche 15—40 mm Dicke besassen. Es wurde Sorge getragen, dass sie sämmtlich genau senkrecht zur Axe angeschliffen wurden und dass die Strahlen genau parallel der Axe durchgingen. Die Resultate sind folgende: Alle Quarze verhalten sich vollkommen ident bezüglich ihrer Drehung bei den entsprechenden Temperaturen; jeder von ihnen, nachdem er der höchsten Temperatur ausgesetzt worden war, zeigt beim Erkalten die ursprüngliche Drehung wieder; auch bei den höchsten Temperaturen behält der Quarz seine Durchsichtigkeit und zeigt ein sehr schwaches Emissionsvermögen. Von -20^0 bis 1500^0 wächst die Drehung mit der Temperatur. Die so beobachtete Erscheinung ist indessen das Resultat zweier: der Zunahme der Drehung bedingt durch diejenige der Dicke der Platte und der Zunahme des Drehungsvermögens selbst, von denen die letztere etwa 20 mal so gross ist als die erstere (zw. $1—100^0$, für welchen Temperaturintervall allein die Ausdehnung des Quarzes bestimmt worden ist). Die Curve, welche die Aenderung in der Drehung darstellen würde, ist nicht einfach: bis 300^0 wächst ihr Neigungswinkel sehr rasch, dann bleibt er bis 840^0 ziemlich constant, so dass die Curve zu einer Geraden wird (welche blos bei 500^0 eine Einbiegung besitzt); nach 840^0 nimmt das Drehungsvermögen nur sehr langsam zu, indem diese Zunahme vielleicht blos ein Resultat derjenigen der Dicke der Platte ist. In der folgenden Tabelle sind die Versuche selbst angeführt.

Digitized by Google

Temp.	Drehung für 1 mm Quarz	Mittl. Coeffic. von 0° ab	Drehung einer Quarzplatte von 46,172 mm
— 20	21°, 599	-	997°, 3
0	21, 658	-	1000, 0
100	21, 982	0,000149	1014, 9
350	23, 040	0,000182	1063, 8
448	23, 464	0,000186	1083, 4
840	25, 259	0,000190	1166, 2
1500?	25, 420	-	1173, 7.

Die Drehung des Quarzes bei verschiedenen Temperaturen könnte also vielleicht zur Bestimmung von höheren Temperaturen angewandt werden.

Ref.: A. Arzruni.

21. Stan. Meunier (in Paris): **Künstliche Bildung des Melanochroits** (Compt. rend. 87. 656. Octobre 1878). Wie durch Einwirkung von Bleiglanz auf eine Kupfervitriollösung Brochantit entsteht (vgl. diese Zeitschr. 3. 106), so bildete sich auf der Oberfläche von in eine Kaliumbichromatlösung hineingelegten Bleiglanzkrystallen nach 6 Monaten ein in Wasser unlösliches basisches Bleichromat, welches bald grüngelb, bald röthlich aussieht (je nach der Concentration der Lösung) und mit dem Melanochroit identisch ist. Auf Stufen, welche aus Beresowsk stammen, findet sich neben Bleiglanz ein amorpher pulveriger Ueberzug, der gerade so aussieht wie der künstlich erhaltene, welcher übrigens einmal auch als aus winzigen, um ein Centrum gruppirten Krystallen bestehend, beobachtet wurde.

Ref.: A. Arzruni.

22. F. Fouqué und Michel Lévy (in Paris): **Künstliche Darstellung der Feldspathe** (Reproduction artificielle de feldspaths et d'une roche volcanique complexe (labradorite pyroxenique) par voie de fusion ignée et maintien prolongé à une température voisine de la fusion. Compt. rend. 87. 700 und 779. Novembre 1878). Die Methode, welche bei den Versuchen angewandt wurde, scheint sich der natürlichen Bildungsweise dieser Mineralien in den Gesteinen zu nähern. Es wurden in einem Schlösing'schen Ofen, in einem Platintiegel, bei einer Temperatur, welche nahe der Schmelztemperatur des Platins liegt, entweder natürliche Feldspathe oder denselben entsprechende Mischungen von gefällten und getrockneten Kieselsäure, Thonerde, geschmolzenen Natrium- und Kalium-Carbonaten und geglühtem Calciumcarbonat geschmolzen. Die Resultate sind in beiden Fällen identisch. Ihrer Schmelzbarkeit nach und zwar in absteigender Ordnung reihen sich die Feldspathe in folgender Weise einander an: Oligoklas, Labrador, Albit, Orthoklas, Mikroklin und endlich als der am schwersten schmelzbare — Anorthit. Lässt man die geschmolzene Masse plötzlich erkalten, so entsteht ein isotropes Glas. Die Schmelze wird aber über einem mit einem Gebläse versehenen Bunsen'schen Brenner 48 Stunden lang und zwar bei einer möglichst nahe dem Schmelzpunkt liegenden Temperatur gehalten, darauf wird der Tiegel langsam erkalten gelassen. Geschmolzen nimmt die Substanz einen kleinen Raum ein, erst auf dem Gebläse bläht sie sich auf und wird krystallinisch, was u. d. M. in Dünnschliffen deutlich zu sehen ist. Der Oligoklas erschien in Krystallen von 0,4 mm Länge auf 0,03 Dicke, die nach der Kante (001)(010) langgestreckt und meistens Zwillinge nach dem Albitgesetze sind (seltener nach

Digitized by Google

dem Bavenoer oder Carlsbader Gesetz). Andre Krystalle waren vorwiegend nach der Fläche (010) entwickelt, mit einem Vorherrschen der Kante (100) (010). Alle Krystalle des Oligoklas sind nach der Kante (001) (010) gestreift. In der Nähe der Kruste sind die Krystalle radial angeordnet, wie die natürlichen im Variolith von Durance und in der Minette von Morvan. — Der Labrador ist besser krystallisirt, zeigt wiederholte Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz (über 20 Lamellen); seine Längsausdehnung ist fast ausschliesslich parallel der Kante (001) (010); die Auslöschungen variiren in dieser Zone zwischen 0° und 30°. Die Krystalle gruppiren sich in Sphärolithe, wie auch die des Oligoklas. — Der Albit wurde in kleineren Krystallen und in geringerer Menge erhalten, aber mit ebenso gut charakterisirten, dem natürlichen zukommenden Merkmalen. — Für den Anorthit veranlasste seine Schwerschmelzbarkeit bei höherer Temperatur zu operiren, als sie bei der Darstellung der andren Feldspathe gebraucht wurde. Es entstanden verhältnissmässig grosse, scharf begränzte Krystalle mit sehr deutlichen optischen Eigenschaften und vielen Einschlüssen. Die Dimensionen der Krystalle waren 1 mm auf 0,05; Zwillinge nach dem Albitgesetz oder nach demjenigen von Baveno. Andre sind 0,5 mm lang und 0,2 mm dick. Die ersten sind nach der Kante (001) (010) gestreckt; ihre Auslöschung findet in der Zone (001) (010) unter Winkeln statt, welche bis 45° wachsen — übereinstimmend mit dem natürlichen Anorthit. Die Krystalle der zweiten Art sind flach nach (010), enthalten viele Glas-Einschlüsse mit Gasblasen, welche gerade so aussehen, wie in den natürlichen Anorthitkrystallen. Auch Labradorkrystalle mit ähnlichen Einschlüssen sind erhalten worden. — Die Versuche mit dem Orthoklas gelangen nicht so vollkommen, trotzdem sie sowohl mit den seiner Zusammensetzung entsprechenden Bestandtheilen, wie auch mit natürlichen Orthoklas- und Mikroklinkrystallen angestellt wurden. Es bildeten sich so sehr dünne Lamellen, dass sie blos dann sichtbar waren, wenn sie auf die Kante zu stehen kamen. Ihre Auslöschung ist parallel ihrer Längsausdehnung, d. h. der Kante (010) (100). Der künstliche Orthoklas zeigt demnach auch eine geringe Neigung zur Bildung von Mikrolithen, wesshalb die Verfasser der Meinung sind, dass die Angaben über natürliche Orthoklas-Mikrolithe einer Revision bedürftig sind und der Orthoklas, wie auch die ihn führenden Gesteine, wahrscheinlich unter der Mitwirkung von flüchtigen Agentien entsteht. — Ferner wurde nach derselben Methode auch ein Labrador-Augitgestein dargestellt, welches alle Eigenschaften der modernen Vulcanerzeugnisse aufweist.

Ref.: A. Arzruni.

23. Q. de Blonville: Ueber grosse Epsomit-Krystalle (Sur deux échantillions de cristaux naturels de sulfate de magnésie (épsomite) de dimensions remarquables. Compt. rend. 87. 703. Novembre 1878). Die Grösse, welche diese, aus einem Bruche triassischen Gypses des Dép. de l'Herault herstammenden und die Wände an einzelnen Stellen bekleidenden Krystalle erreichen, beträgt über einen Centimeter. Die an ihnen auftretenden Flächen sind: (110), (100), (010), (012) und (102). Das Magnesiumsulfat tröpfelt beständig herab und bedeckt beim Festwerden den Gyps mit einer glänzenden und vollkommen durchsichtigen Kruste.

Ref.: A. Arzruni.

24. Stan. Meunier (in Paris): **Künstlicher Orthoklas.** (Cristallisation artificielle de l'Orthose. Compt. rend. 87. 737. Novembre 1878). Verf. hat auf

Digitized by Google

demselben Wege, welchen die HH. Fouqué und M. Lévy (vgl. oben No. 25) zur Darstellung der Feldspathe eingeschlagen haben, nämlich durch Entglasung und zwar des Retinits (Pechstein), Orthoklas erhalten. Der Retinit wurde 36 Stunden und länger im flüssigen Zustande erhalten, um ihn zu entwässern und von flüchtigen Stoffen zu befreien; darauf wurde die flüssige Masse einer für die Entglasung günstigen Temperatur ausgesetzt, wobei sie sich mit Krystallkörnern von rechtwinkelig vierseitigen oder sechsseitigen Umrissen und der Zusammensetzung des Orthoklases füllte. Im Dünnschliffe zeigen diese Krystallkörner eine starke Doppelbrechung. Die Versuche, zuerst im Jahre 1874 bei Hrn. Frémy in der Manufactur von Saint-Gobin angestellt, wurden später auch in der Eisengiesserei des Hrn. Feil wiederholt. Ref.: A. Arzruni.

25. F. Fouqué und Michel Lévy (in Paris): **Erwiderung** (Réponse à une Note de Mr. Stan. Meunier sur la cristallisation artificielle de l'orthose. Compt. rend. 87. 830. Novembre 1878). Den Verfassern scheinen die Beweise, welche Hr. Stan. Meunier anführt, um zu zeigen, dass er auf künstlichem Wege Orthoklas erhalten habe, nicht genügend zu sein, indem Derselbe seine Versuche in Porcellangefässen anstellte und bei der Schwierigkeit der Trennung der ausgeschiedenen Krystalle von der übrigen Masse zu einer chemischen Zusammensetzung gelangen konnte, welche nicht diejenige der Krystalle zu sein braucht. Die Angabe von der rechtwinkeligen resp. hexagonalen Begränzung der Krystalle ist auch nicht ausreichend, um ein Mineral zu bestimmen, besonders wenn keine Angaben über sein optisches Verhalten gemacht sind. Ref.: A. Arzruni.

26. Marc Delafontaine (in Chicago): **Ueber den Sipylit** (Sur la présence de l'ytterbine dans la sipylite d'Amherst (Virginia). Compt. rend. 87. 933. Decembre 1878). — Vgl. diese Zeitschr. 2. 192. — Neben dem Yttrium und Erbium, welches letztere in sehr kleinen Mengen vorhanden ist, fand Verf. noch etwas Philippium und ein neues Metall, welches mit dem neuerdings von de Marignac im Gadolinit entdeckten Ytterbium übereinstimmt.

Ref.: A. Arzruni.

27. L. Gruner (in Paris): **Künstlicher Diopsid** (Sur un pyroxène (diopside) artificiel. Compt. rend. 87. 937. Decembre 1878). In der Hütte von Blaenavon (Wales) wurden Ziegel aus einem Thon- und Magnesia-reichen Kalk zu technischen Zwecken verfertigt und vor dem Gebrauche in einem Ofen mit kieseligen Wänden einem sehr starken Feuer ausgesetzt. In der Nähe der Wände bildeten sich hellgraue prismatische Krystalle mit den Eigenschaften des Diopsids, welche auch in der That nach Messungen des Hrn. Friedel genau den Prismenwinkel des Pyroxens besitzen. Die Zusammensetzung der Ziegel (I) und der Diopsidkrystalle ergab sich wie folgt:

		I.	II.
SiO_2	=	12,3	52,6
Al_2O_3	=	11,2	—
Fe_2O_3	=	1,5	0,3
CaO	=	49,3	27,8
MgO	=	25,2	18,9
		99,5	99,6

Digitized by Google

Der Diopsid ist schon früher einmal von Berthier künstlich durch Zusammenschmelzen der Bestandtheile dieses Minerals erhalten worden.

Ref.: A. Arzruni.

28. F. Fouqué und A. Michel Lévy (in Paris): **Künstliche Darstellung von Nephelin und Leucit** (Production artificielle de la néphéline et de l'amphigène par voie de fusion ignée et recuit à une temperature voisine de la fusion. Compt. rend. 87. 961. Decembre 1878). Nach derselben Methode, nach welcher die Feldspathe dargestellt wurden, gelang es auch, Nephelin und Leucit zu erhalten. Nephelin. Wenn Natriumcarbonat, Thonerde und Kieselsäure in solchen Mengen angewandt werden, dass der Sauerstoff des Monoxyds, Sesquioxyds und Kieselsäure sich wie 1 : 3 : 4 verhalten, bekommt man eine weisse seidenglänzende Schmelze, welche u. d. M. als aus hexagonalen Prismen (von 0,12 mm auf 0,08 mm) bestehend, mit den optischen Eigenschaften des Nephelins sich herausstellt. Manchmal besitzen die Krystalle einen undurchsichtigen Kern (wie in manchen Phonolithen); bilden Rosetten, aus wiederholten Zwillingen mit dreiseitigen verschieden orientirten Sectoren. Wird das Gemenge derart gebildet, dass der Sauerstoff in den drei Bestandtheilen dem Verhältniss 1 : 3 : 4½ entspricht, so entsteht eine vollkommen krystallisirte Schmelze, welche in optischer Beziehung zum Nephelin, wie Chalcedon zum Quarz sich verhält. Es ist ein Gewirre von durcheinandergewachsenen verzwilligten, das Licht nicht einheitlich auslöschenden Individuen. Dieser Nephelin gelatinirt leicht durch die Einwirkung von Säuren. — Der Versuch, gleichzeitig $\frac{1}{10}$ Pyroxen und $\frac{9}{10}$ Nephelin krystallisiren zu lassen, lieferte ein Gemenge von vier Mineralien: 1) Nephelin, 2) Spinell, meergrün, in sehr scharfen Oktaëdern; 3) Granat (Melanit), braungelb in Rhombendodekaëdern, welche grösser als die Spinelloktaëder, aber weniger zahlreich sind; 4) feine, sehr lange Mikrolithe einer farblosen, faserigen Substanz, welche zwischen gekreuzten Nikols grelle Farben zeigen und parallel ihrer Längsrichtung ausgelöscht werden. — Leucit. Wie der natürliche, so ist auch der künstliche mit gerundeten Ecken, nahezu sphärisch, aber auch mit 8-seitigem Querschnitt. Im polarisirten Lichte zeigen die Sphärolithe entweder parallele, rechtwinkelig sich durchkreuzende Banden (wie die der natürlichen) oder das schwarze Kreuz wie das Spannungskreuz des comprimirten Glases. Wenn die Schliffe sehr dünn sind, verschwinden alle diese Erscheinungen. Die künstlichen Leucite enthalten auch Glaseinschlüsse mit Gasblasen und zwar häufiger im Centrum als an der Peripherie. — Es gelang auch, Leucit neben Pyroxen zu erhalten: die Krystalle des letzteren sind vollkommen ähnlich denjenigen der Leucitophyre, bilden einen Kranz um die Leucitkrystalle und definiren deren Umrisse oder sind in denselben radial eingeschlossen, in welchem letzteren Falle die Glaseinschlüsse eine hellbraune Farbe zeigen. Neben dem Pyroxen bildet sich Eisenglanz in durchsichtig-rothen Lamellen.

Ref.: A. Arzruni.

29. M. A. Gaudin (in Paris): **Harmotom und Stilbit** (L'harmotome et la stilbite. Compt. rend. 87. 1065. Decembre 1878). Die Abhandlung enthält Betrachtungen über den atomistischen Bau der beiden Mineralien, aus denen Verf. nach seiner Theorie, welche er »la verité même« nennt, Schlüsse auf die Grösse der Moleküle, die Zahl der Atome in denselben u. s. w. zieht. Beide Mineralien sind für den Verf. noch rhombisch. (Vgl. Ref. 11, S. 434.) Ref.: A. Arzruni.

Digitized by Google

80. Damour (in Paris): **Ueber den Vietinghofit** (Notice et analyse sur la Vietinghofite. Bull. acad. impér. St. Petersbourg. **28.** 463. 1877). Diese amorphe Substanz von mattschwarzer Farbe, braunem Strich, halbmetallischem Glanze, mit glasigem Bruche, wurde aus der Umgegend des Baikal-Sees von Hrn. v. Lomonossow mitgebracht und benannt. $H. = 5,5—6$; Spec. Gew. $= 5,53$. In Pulver verwandelt — leicht durch H_2SO_4 bei 300^0 zersetzbar. Die Analyse liefert:

Nb_2O_5	51,00
TiO_2	1,84
ZrO_2	0,96
U_2O_3	8,85
Yt_2O_3	6,57
$Ce_2(La_2Di_2)O_3$	1,57
FeO	23,00
MnO	2,67
MgO	0,83
H_2O und flücht. Subst.	1,80
	99,09.

Trotzdem hier eine bedeutendere Menge *Fe* als im Uraler und amerikanischen Samarskit enthalten ist, ist Verf. dennoch der Meinung, dass der Vietinghofit nicht als gesondertes Mineral, sondern als Varietät des Samarskit zu betrachten ist.

Ref.: A. Arzruni.

81. P. v. Jeremejew (in St. Petersburg): **Ueber einige neue Formen des Ilmenorutil** (Bull. acad. impér. St. Petersbourg. **24.** 533. 1878; auch Verh. ksrl. russ. mineralog. Ges. 2. Ser. **14.** 239. 1879. Sitzungsprotocolle 1878)*). Von Kokscharow im Jahre 1856, 5 Werst vom Hüttenwerk Miask im Miascit, mit Phenakit, Topas und Amazonenstein entdeckt, wurde der Ilmenorutil bald darauf auch von einem zweiten Fundorte — Blumowsche Grube — am südlichen Ufer des Ilmensees bekannt. Im Jahre 1867 fand J. Redikórzew dasselbe Mineral unweit des Sees Argajasch in der Lobotschewschen Grube, wo er mit Topas, Phenakit und Beryll, im Granit vorkommt. J. Muschkétow endlich sammelte im Jahre 1878 schöne Krystalle von Ilmenorutil in einer alten Topasgrube am Ufer des Wschiwoje-Sees (zwischen den Seen Argajasch und Ilmen, 4 Werst nördlich vom ersten Fundorte). Nach einigen in der Sammlung der Moskauer Universität und in Privatsammlungen befindlichen Ilmenorutil-Krystallen glaubt Verf., dass noch ein fünfter Fundort existirt. — Bisher sind blos die Krystalle des ersten Fundortes analysirt worden (R. Herrmann). An dem Ilmenorutil des 3. und 4. Fundorts beobachtete Verf. ausser den früher bekannt gewesenen Formen (111) und (101) und den von ihm selbst beschriebenen (998) und (501) noch folgende neue: (221), (233), (313), (110), (230), (310), (410), (100) und (001). Nach dem Habitus der Krystalle können sie in sieben verschiedene Typen unterschieden werden. Sämmtliche Krystalle sind Zwillinge, vorwiegend nach dem gewöhnlichen Gesetze (101); es kommt aber auch das von

*) Obwohl über diesen Gegenstand nach vorläufigen kurzen Mittheilungen desselben Verfassers in dieser Zeitschrift bereits referirt worden ist (1, 393 und 2, 504), erscheint der gegenwärtige Auszug dennoch angemessen, indem die vorliegende Arbeit mehr factische Details enthält. Uebrigens sind in den früheren Referaten beim Abdruck einige Versehen vorgekommen, welche hier berichtigt sind. Der Ref.

Digitized by Google

Miller am Rutil beobachtete Gesetz (301) vor, welches manchmal gleichzeitig mit dem ersten an Viellingen auftritt. — Die physikalische Beschaffenheit der Flächen verschiedener Formen ist eine so verschiedene, dass sie als Anhaltspunkt bei anomal entwickelten Krystallen dienen kann. (111) — selten glänzend, meist gewölbt oder mit dreieckigen Erhöhungen versehen; (998) — gewölbt, gestreift; (233) der Länge nach fein gestreift, gerundet, in die benachbarten Flächen übergehend; (101) — gestreift nach ihrer Kante mit (111), gebrochen, nicht gut messbar; (230) und (310) — glatt glänzend; (100) — sehr glänzend und glatt, wenn untergeordnet, wenn vorherrschend — mit Vertiefungen versehen, welche nach den Kanten mit (101) und (221) begränzt sind; (110) — gleich der vorigen beschaffen, Eindrücke ohne regelmässige Begränzung. Vollständig identische Merkmale besitzen an allen Krystallen die Flächen folgender Formen: (221), (501), (313), (410) — sämmtlich glatt und glänzend; (001) — stets anscheinend rauh, da aus einer grossen Anzahl einzelner Facetten bestehend, welche an parallel verwachsenen Pyramiden 2ter Ordnung (101) auftreten. Typen: 1. Typus. (111), (101) allein, oder vorherrschend und mit (221), (501), (100). Alles Zwillinge nach (101) [Kokscharow beschreibt auch einfache Krystalle] und verlängert nach einer der Polkanten von (111). Bei wiederholter Zwillingsbildung sind die einzelnen Individuen meistens parallel einer und derselben Fläche miteinander verwachsen (1., 3. und 4. Fundort). 2. Typus. Normal entwickelte Krystalle, mit vorherrschender (111), feingestreiften (101)-Flächen; (501) deutlich, ferner (221), zuweilen (110); Zwillinge nach mehreren Flächen von (101), wobei die um ein Centralindividuum gruppirten Krystalle tafelförmig. Zu diesem Typus gehören zwei Krystalle eines unbekannten Fundortes: der eine mit (998), der andre mit gross entwickelten (100)-Flächen. (1. und 4. Fundort) 3. Typus. Kurzsäulenförmig; vorherrschend (100), (110), (111); untergeordnet (221), (101) und (313) oder (233) oder beide zusammen; ausserdem noch eine nicht bestimmbare ditetragonale Pyramide. Zwillinge nach dem gewöhnlichen Gesetze, öfter Einlagerung von Zwillingslamellen. — 4. Typus. Unsymmetrisch entwickelte (100)-Flächen: zwei parallele gross, eine dritte kleiner, die vierte gar nicht vorhanden, sondern ebenso wie (501) und (101) auf derselben Seite durch vier an derselben Nebenaxe zusammenstossende (111)-Flächen verdrängt — dadurch die Krystalle mit hemimorphem Habitus; treppenförmige Absätze durch Alterniren von (501) und (100) bedingt. Zwillinge nach dem gewöhnlichen Gesetze, stark verkürzt in der Richtung der Zwillingsaxe. (3. und 4. Fundort). 5. Typus. Zwei Zwillinge nach (101) mit (001) verwachsen. Neben (111), (101), (100), welche nach einer (111)-Kante verlängert sind, noch (310), (410) (3. Fundort). 6. Typus. Dieselben Formen, wie im vorigen Typus, zu denen noch (001) mehr oder minder stark entwickelt hinzutritt. Polysynthetische Zwillinge nach einer Fläche (101) ziemlich oft; zuweilen dicktafelförmig nach der Zwillingsfläche; oft auch (233) vorhanden; (001) manchmal blos an einem der Zwillingsindividuen. (4. Fundort). 7. Typus. Zwillinge sowohl nach dem gewöhnlichen Gesetze, wie auch nach (301). Hessenberg beobachtete das gleichzeitige Auftreten beiderlei Zwillingsverwachsungen am Rutil von Magnet Cove. Hier verwachsen zwei Zwillinge des gewöhnlichen Gesetzes so miteinander, dass die Krystalle 1 und 3, bzw. 2 und 4 in der Zwillingsstellung nach (301) sich befinden. (4. Fundort). — Die Messungen gaben:*)

*) Die im Original angeführten Secunden sind hier zu Minuten und Bruchtheilen derselben abgerundet worden. Der Ref.

Digitized by Google

		Berechnet.	Gemessen.
	100.410	$14^0\ 2'$	$14^0\ 0\frac{1}{2}'$
	110.310	26 34	26 29
	— .320	11 $18\frac{1}{2}$	11 22
	001.111	42 $18\frac{1}{2}$	42 16
	$998.99\bar{8}$	88 $38\frac{1}{2}$	88 33
	$11\bar{2}.111$	18 $54\frac{1}{2}$	18 $58\frac{1}{2}$
	101.001	32 46	32 42
	— .501	39 58	39 56
	111.321	8 35	8 32
	— .101	28 $25\frac{1}{2}$	28 24
	313. —	10 $13\frac{1}{2}$	10 11
	— .233	9 $36\frac{1}{2}$	9 $40\frac{1}{2}$
Zwill. n. (101)	$01\bar{0}.0\bar{1}0$	65 32	65 $31\frac{1}{2}$
- - -	$11\bar{0}.\overline{1\bar{1}0}$	45 $0\frac{1}{4}$	44 56.

Das Axenverhältniss ist $a : c = 1 : 0{,}64365$.

Manche Krystalle sind an den Rändern braun-roth durchscheinend, mit einer gelblichen Tinte in dünneren Schichten. — Die senkrecht zur Axe geschliffenen Platten zeigen im conv. polarisirten Lichte ein vollkommen ungestörtes Interferenzbild einaxiger Krystalle. Ref.: A. Arzruni.

82. A. Cossa (in Turin): **Ueber die Verbreitung der Cermetalle** (Sulla diffusione del cerio, del lantano e del didimio. — R. Acc. d. Lincei. Ser. 3ª. Vol III. Memorie; auch Transunti Ser. 3ª. Vol III. 25. anno 1878—79; eine vorläufige Mittheilung erschien im August 1878 als Flugblatt von der Acc. d. Lincei herausgegeben unter dem Titel: Sulla presenza del cerio, del lantano e del didimio in parecchi minerali e nelle ossa). Im Jahre 1846 fand Wöhler Cer (als Phosphat-Cryptolith) im rothen und grünen Apatit von Arendal; 1851 entdeckte Weber Cer und Yttrium im Apatit von Snarum; 1872 — beobachtete Hörner das Absorptionsspectrum des Didym im Apatit von Jumilla (Murcia, Spanien) und in einigen englischen Pyromorphiten, endlich fand Church im selben Jahre in dem letztgenannten Apatit den Cryptolith, nachdem die Gegenwart des Cers in demselben bereits im Jahre 1866 durch De Luna nachgewiesen worden war. Diese Thatsachen veranlassten den Verf. auch andre Apatite auf die Cermetalle hin zu untersuchen. Durch directe spectroskopische Beobachtung des durchgehenden oder reflectirten Lichtes fand er die Absorptionsbanden des Didym in folgenden von 14 Fundorten herstammenden Apatiten: Greiner — grüngelbe Krystalle; Miask — grüngelbe Krystalle; Bamle — weiss, derb; Canada — gelbgrüne Krystalle, welche ein intensiveres Absorptionsspectrum zeigen als diejenigen der hellgrünen Varietät; Ural (nördlicher?) — grünliche Krystalle; Cerro Mercado (Mexico) — hellgelbe Krystalle; Cabo de Gates (Spanien) grünlichgelb; Monte Somma — gelblichweisse Krystalle; Snarum — gelb, derb; Monte Caprera (Spanien) grünlichgelbe Krystalle; Long-Pond (New-York) hellgrüne Krystalle; Grottaferrata — gelblichweiss; Estremadura — gelbgrün, Flammond (New-York) hellgrüne Krystalle. Die Vermuthung, dass neben Didym auch Cer und Lanthan vorhanden sind, wurde durch die Untersuchung der Apatite von Snarum, Bamle und Canada bestätigt. Die mikroskopische Prüfung erwies die vollkommene Homogenität des Materials, so dass also die gefundenen Cermetalle nicht von event. eingeschlossenem Cryptolith herrühren — obwohl auch dieser manchmal vorkommt — sondern chemisch mit dem Kalkphosphat verbunden sind. In 14 anderen Apatiten wurde das Didym nicht direct spectroscopisch nachgewiesen, sondern erst bei

Digitized by Google

Abscheidung der Cermetalle aus je 50—100 grm Material. Es sind folgende Fundorte: Ala di Stura (Piemont), derb, weiss; St. Gotthard — farblose Krystalle; Bamle, Kragerö, Brevik, alle drei röthlich, derb; Staffel — Staffelit; Cava Resureccion (Spanien); Schlaggenwald, — violette und grüne Krystalle; Sauberg bei Ehrenfriedersdorf — röthliche und grüne Krystalle; Lancrans bei Bellegard, valle del Rodano — Coprolith; Osteolith aus einem deutschen Fundorte; Snarum — grosse undurchsichtige Krystalle. — Verf. unterzog auch den Wagnerit einer Prüfung auf die Cermetalle, erhielt aber ein negatives Resultat. — Das Zusammenvorkommen der Cermetalle mit dem Phosphat des Calciums veranlasste den Verf. auch andre Calciummineralien daraufhin zu untersuchen und zwar das Carbonat und das Wolframiat: der Marmor von Carrara, der Muschelkalk von der Provinz Avellino und ein Kalkabsatz aus einem altrömischen thönernen Wasserleitungsrohre bei Cividale, in Friuli, bestätigten die Voraussetzung. Aus einem Kilogramm des Carrarischen Marmors wurden ungefähr 2 cgrm der Oxalate der drei Metalle erhalten; bei der Verarbeitung von 40 kgrm desselben Marmors gelang es auch Spuren von Yttrium nachzuweisen. Der Kalk von Avellino ist noch reicher an den Cermetallen. Schliesslich wurden die Elemente der Cergruppe auch in den Knochen (und zwar bei der Verarbeitung des gut zerriebenen, geglühten und gewaschenen Materials, welches zur Bereitung von Capellen verwendet wird) und in der Asche der Buche, des Roggens und des Tabaks gefunden, so dass die drei Metalle offenbar ausserordentlich verbreitet sind und vorwiegend neben Calcium auftreten. — Der Scheelit, in dessen Varietäten von Traversella und Cumberland bereits im Jahre 1873 Horner Didym gefunden hatte, erwies sich auch als Cer- und Lantbanführend, indem derjenige von Traversella 0,22% der drei Oxyde enthält. Dieselben beobachtete Verf. dann auch im Scheelit von Meymac (Corrèze, Frankreich). Die bei allen diesen Versuchen verwendeten Reagentien wurden aufs Sorgfältigste auf ihre Reinheit geprüft; die Geräthe waren sämmtlich noch nicht im Gebrauche gewesen. — Verf. erhielt künstliche Krystalle von Scheelit durch Zusammenschmelzen von $CaWO_4$ mit $NaCl$, denen auch $DiWO_4$ zugesetzt wurde um didymhaltigen Scheelit zu erhalten — Manross erhielt den künstlichen Scheelit durch Zusammenschmelzen von Na_2WO_4 und $CaCl_2$ aber in kleineren Krystallen. — Auch das reine Didymwolframiat, welches bisher noch nicht bekannt war, wurde in Krystallen dargestellt (von Qu. Sella gemessen*)) und zwar durch Zusammenschmelzen dieses Salzes mit Chlornatrium bei einer sehr hohen Temperatur, vier Stunden lang. Die Analyse des Didymsalzes führt den Verf. zur Annahme des Atomgewichtes $Di^{II} = 96$ (de Marignac), oder $Di^{IV} = 144{,}78$ (Mendeléjew). — Schon Bunsen hatte darauf aufmerksam gemacht, dass die Absorptionsspectra der Didymsalze verschieden sind je nachdem man sie in Lösungen oder in Krystallen betrachtet. Verf. fand nun bei einer eingehenden Untersuchung von didymhaltigen Mineralien in Dünnschliffen und dickeren Platten vermittelst des Spectroscopes, dass die Absorptionsspectra ihrer Lage und Intensität nach, je nach der Verbindung, in welcher das Didym enthalten ist, und je nach der Dicke des Präparates variiren. Um die Lage der Absorptionsbanden genau zu fixiren, wurden die Spectra folgender Mineralien untersucht: des Parisit von Santa Fé (Neu-Granada), des Turnerit vom Val Nalps (Graubündten), des Scheelit von Traversella, die Apatite von Jumilla, Cerro Mercado, Cabo de Gates, des Monazit von Arendal, des Cerit von Bastnäs, des Parisit von Kyschtimsk (aus dem Goldsande des Barsowka-Flusses im Ural). Ref.: A. Arzruni.

*) Das Referat über die betreffende Notiz Sella's musste wegen Mangel an Platz für das nächste Heft zurückgestellt werden. Die Red.

Digitized by Google

XXV. Ueber die idiocyclophanischen Krystalle.

Von

A. Bertin in Paris*).

(Mit 9 Holzschnitten.)

Nähere Angaben über diejenigen Krystalle, welche den Interferenzstreifen analoge Erscheinungen in gewöhnlichem, nicht polarisirtem Lichte zeigen, finden sich nur in zwei Werken, der Optik von Herschel (IV, § 11) und derjenigen von Brewster (Cap. XXX). Die in Rede stehenden Krystalle, für welche auch im Folgenden der von Herschel eingeführte Name »idiocyclophanische« beibehalten werden soll, zerfallen in zwei Klassen: Die Einen sind gefärbt und dann immer stark pleochroitisch, die andern sind ungefärbt und stets Zwillinge. Im ersteren Falle reducirt sich die Erscheinung regelmässig auf diejenige der Büschel, im zweiten Falle erblickt man wirkliche Interferenzcurven. Es soll demnach die folgende Abhandlung aus zwei Theilen bestehen, von denen der erstere sich mit den Büscheln der pleochroitischen Krystalle, der zweite mit den Interferenzcurven der Zwillinge beschäftigt.

I. Natürliche Büschel der pleochroitischen Krystalle.

Man beschäftigte sich vor etwa 30 Jahren viel mit den sogenannten »Haidinger'schen Büscheln«, welche bekanntlich die Schwingungsrichtung des polarisirten Lichtes, sei es mit blossem Auge, sei es mittelst farbloser doppeltbrechender Krystalle, z. B. solcher von isländischem Doppelspath, zu erkennen gestatten. Das hierüber Bekannte findet man vollständig zusammengestellt in Moigno's Répertoire d'Optique. Obgleich dieser Gegenstand noch lange nicht erschöpft ist, da sogar die Theorie desselben noch unbekannt ist, so soll doch hier auf seine Betrachtung verzichtet und nur von den Büscheln der pleochroitischen Krystalle die Rede sein.

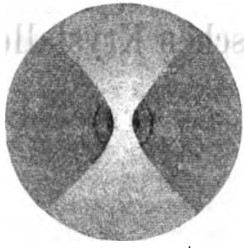
*) Aus den Ann. de chim. et phys. [5. ser.], Bd. 15, vom Verf. mitgetheilt.

Digitized by Google

1. Beobachtung der Büschel im gewöhnlichen Lichte.

Wenn man das weisse, nicht polarisirte Licht des Himmels durch eine senkrecht zu einer optischen Axe geschnittene Platte von grünem Epidot betrachtet, so bemerkt man die in Fig. 1 dargestellte Erscheinung. Auf dem hellen, grüngefärbten Grund des Gesichtsfeldes heben sich auf jeder Seite der optischen Axe dunkle Sectoren ab, welche auf einer Seite roth, auf der andern dunkelgrün gesäumt sind. Diese durch einen kleinen hellen Zwischenraum, der die Richtung der optischen Axe bezeichnet, getrennten, mehr oder weniger gefärbten dunklen Sectoren sind es, welche wir im Folgenden »Büschel« nennen wollen.

Fig. 1.

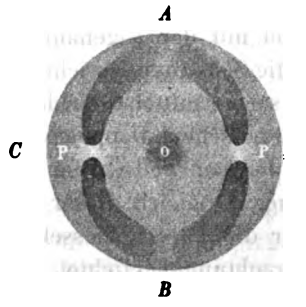


Man kann dieselben auch an einem natürlichen Epidotkrystall beobachten, und so lernte ich sie zuerst durch Hrn. Friedel i. J. 1874 kennen. Seitdem habe ich begonnen, solche Krystalle, welche diese Erscheinung zeigen, zu sammeln und dieselben zu untersuchen, um die Aufmerksamkeit auf dieses noch wenig bearbeitete Feld zu lenken.

Die »Büschel« wurden i. J. 1818 durch D. Brewster (Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. fr. 1819, p. 11—29) entdeckt. Im Folgenden sollen zunächst diejenigen Substanzen aufgezählt werden, an denen er und die späteren Beobachter, durch welche die Reihe jener Körper vergrössert wurde, die in Rede stehende Erscheinung beobachtet haben; es sollen hierbei stets Platten senkrecht zu einer der optischen Axen in Betracht gezogen werden.

1. **Cordierit** (Brewster 1818). Hier wurden die Büschel zuerst beobachtet und gefunden, dass dünne Platten beim Hindurchsehen in der Richtung einer der optischen Axen (deren Winkel = 62° 50′ ziemlich deutliche Ringsysteme zeigen. Ist dagegen die Platte dick, so sieht man nach Brewster's Angaben vom Centrum des Ringsystems kreuzförmige Arme von weissem und blauem Lichte ausgehen, wenn die durch die beiden optischen Axen gelegte Ebene zugleich die »ursprüngliche Polarisationsebene« ist. Diese merkwürdige Erscheinung ist in Fig. 2 dargestellt, wo P und P' die Centren der beiden Ringsysteme, O die optisch negative

Fig. 2.



Digitized by Google

Mittellinie (Verticalaxe des Krystalls) und *CD* die optische Axenebene bezeichnet. Die blauen Arme, welche in der Figur schattirt sind, zeigen an ihren Spitzen *P* und *P'* einen purpurrothen Fleck und werden durch eine Stelle von, bei einigen Exemplaren weissem, bei anderen bläulichem Lichte getrennt (Brewster, Optik, Cap. XXX, t. II, 67).

Ich habe die Worte »die ursprüngliche Polarisationsebene« besonders hervorgehoben, weil sie beweisen, dass der Cordierit im polarisirten Lichte betrachtet wurde; in der citirten Originalabhandlung sagt Brewster aber ausdrücklich, dass die Erscheinung die gleiche sei, ob man im gewöhnlichen oder im senkrecht zur Axenebene *PP'* polarisirten Lichte beobachte. Er theilt allerdings noch eine andere Figur in seiner Abhandlung mit, jedoch mit der Bemerkung, dass dieselbe die Erscheinung nur unvollkommen wiedergebe. Unsere Figur 2 ist seiner Optik entnommen und findet sich ebenso auch in derjenigen Herschel's; sie unterscheidet sich merklich von der durch Haidinger (Poggend. Ann. **65**, 1) gegebenen, welche mehr der Erscheinung entspricht, wie ich sie an andern Krystallen beobachtet habe.

Es ist mir nicht gelungen, einen Cordieritkrystall zu finden, welcher die von Brewster abgebildeten Büschel gezeigt hätte. Die einzige Platte, welche ich besitze, zeigt sehr schwache blaue Büschel, welche nicht die gekrümmte Form derjenigen Brewster's haben, sondern mehr der Fig. 1 gleichen.

Derselbe Autor zählt in seiner Abhandlung eine grosse Reihe von krystallisirten Substanzen auf, an denen er im polarisirten Lichte Pleochroismus beobachtet hat, nämlich 23 einaxige, 33 zweiaxige und 7, deren optische Natur unbestimmt ist. Von diesen Körpern sind es das Kupferacetat, der Augit, Cordierit, Epidot, Glimmer und Anhydrit, über welche er speciellere Angaben mittheilt. Diejenigen, welche er von dem Auftreten der Büschel beim Cordierit macht, haben wir soeben kennen gelernt: die gleiche Erscheinung führt er ferner an vom Epidot und Glimmer.

2. **Epidot** (Brewster 1818). Nach Herschel (Optik II, 250) sieht man bei diesem Mineral oder wenigstens bei gewissen Varietäten desselben die in Rede stehende Erscheinung direct beim Durchsehen durch die Krystalle senkrecht zur Prismenaxe, wenn dieselben nach einer bestimmten Querfläche einigermaassen abgeplattet sind. Sie ist jedoch viel leichter zu sehen, wenn aus dem Krystall eine Platte senkrecht zu einer optischen Axe geschnitten wird. In einem nicht angeschliffenen Krystall, welchen ich von Herrn Friedel erhielt, heben sich die Büschel dunkelbraun von einem schön grün gefärbten Grunde ab, sie sind aber nicht ganz leicht aufzufinden. Dagegen erscheinen sie in fünf, in der angegebenen Weise geschnittenen Platten, welche mit der dichroskopischen Lupe ein lebhaft grünes und ein dunkelbraunes Bild geben, unmittelbar; sie sind in ihrer

Digitized by Google

ganzen Länge auf der einen Seite braunroth, auf der anderen dunkelgrün gefärbt, eine Erscheinung, welche mit der Dispersion der Axen im Epidot zusammenhängt.

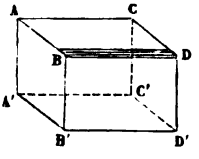
3. **Glimmer** (Brewster 1818). Gewisse Varietäten des Glimmers sind pleochroitisch, aber stets in schwachem Grade; ich besitze eine Platte, welche in der Haidinger'schen Lupe ein gelbes und ein braunes Bild, beide indess wenig gefärbt, liefert. Da die Spaltungsebene nahe senkrecht zur Mittellinie ist, muss man die Platte nach beiden Seiten neigen, um die Büschel zu sehen, deren jeder der Richtung einer optischen Axe entspricht; dieselben sind sehr schwach, von blassbrauner Farbe und stehen senkrecht zur optischen Axenebene, wie es bereits Brewster angiebt und wie es für alle diese Erscheinungen charakteristisch ist.

4. **Axinit** (Brewster und Haidinger). Nach der Beschreibung der beim Epidot sichtbaren Büschel fährt Herschel fort: »Ebenso verhalten sich mehrere andere Mineralien, wie z. B. der Axinit, bei welchem der Uebergang einer Farbe in die andere sehr bemerkenswerth ist.« Da dieser Satz unmittelbar auf die Beobachtungen Brewster's über den Cordierit und den Epidot folgt, muss man annehmen, dass dieser Beobachter auch im Axinit die Büschel gesehen hat, obgleich er sich in seiner Abhandlung vom Jahre 1819 damit begnügt, den Axinit in der Liste der polychroitischen Krystalle aufzuführen. Ferner scheint er jene Beobachtung für sich zu reclamiren in der Anmerkung, welche auf Haidinger's Abhandlung*) über den Pleochroismus und die Büschel des Axinit folgt.

Ich besitze zwei Platten dieses Minerals, senkrecht zu einer der Axen geschnitten. Dieselben geben mit dem Dichroskop verschieden gefärbte Bilder, das eine rosenroth, das andere gelblichweiss. Die Büschel sind nach ihrem Gipfel zu lebhaft gefärbt, der eine gelb und ein wenig weiter roth, der andere blau und dann violett. Diese Färbung rührt ohne Zweifel von der Dispersion der optischen Axen her, welche im Axinit eine sehr beträchtliche ist.

5. **Diopsid** (Biot). Brewster führt den Diopsid, welcher einen ausgesprochenen Polychroismus besitzt, in seinem Verzeichniss nicht für sich auf, sondern begreift ihn jedenfalls mit unter dem Namen »Augit«. Senarmont dagegen giebt 1854 an**), dass Biot ihm ein Exemplar von grünem Diopsid gegeben habe, in welchem er vor langer Zeit die Büschel gesehen hätte. Dieses Stück existirt noch in der Sammlung der École des Mines, eingewickelt in ein Papier, welches die in beistehender Figur 3 wiedergegebene Zeichnung und folgende Note Biot's enthält:

Fig. 3.



*) Poggend. Ann. 1844, **63**, 147—152.

) Ann. d. Chim. Phys. (3), **41, 330.

Digitized by Google

»Diopsid von Tirol, geschliffenes rechtwinkeliges Parallelepiped.

1. Die Längskanten AC und $B'D'$ sind parallel den Kanten der natürlichen Prismen.

2. Die Flächen $AA'CC'$ und $BB'DD'$ sind parallel der optischen Axenebene.

3. Die Flächen $ABCD$ und $A'B'C'D'$ sind senkrecht zur Axenebene und parallel zur Zwillingsfläche. Die obere Fläche $ABCD$ ist speciell wieder zu erkennen durch die natürlichen längsgestreiften Fasern an der Kante BD.

4. Es folgt aus dieser Construction, dass man die der quergehenden Axe entsprechenden Ringe sehen muss, wenn man durch die Flächen $ABCD$, $A'B'C'D'$ beobachtet.

5. Blickt man dagegen durch die Flächen $ABA'B'$, $CDC'D'$, so sieht man das Ringsystem der longitudinalen Axe.«

Fügen wir, um diese Beschreibung zu vervollständigen, hinzu, dass dieses Parallelepiped, dessen Dimensionen $AC = 14$ mm, $AA' = 12$ mm, $A'B' = 11$ mm, keineswegs in seiner ganzen Masse homogen ist; an der Kante AC erscheint es kaum durchsichtig; ferner ist es durch eine Zwillingslamelle, parallel $AA'CC'$ und in $^1/_3$ der Länge CD von jener Ebene entfernt, in zwei ungleiche Theile getheilt; endlich zeigt sich ein unregelmässiger Bruch im Innern, parallel $ABCD$ und von dieser Fläche $^1/_8$ der Länge DD' abstehend, so dass nur zwei Drittel des Krystalls, welche ein rectanguläres Prisma mit den Kanten BB' und $B'D'$ bilden, vollkommen durchsichtig sind.

Betrachtet man den hellen Himmel durch die Flächen $AA'BB'$ und $CC'DD'$, indem man die letztere gegen das Auge richtet und die gestreifte Kante CD links oben hält, so sieht man nur eine grünliche Farbe; dreht man aber den Krystall in der Weise, dass man nahezu in der Ebene $CC'BB'$ durch den durchsichtigsten Theil desselben blickt, so sieht man einen Büschel parallel BB'; derselbe ist schwarz auf gelblichweissem Grunde und hat nur mässige Intensität. Beobachtet man dann ungefähr in der Richtung der Ebene $DD'AA'$, d. h. durch den am wenigsten homogenen Theil, so bemerkt man den zweiten Büschel, aber diesmal umgeben von mehreren Ringen, deren neutrale weisse Linie senkrecht zum Büschel steht. Die Ringe sind ohne Zweifel von der oben erwähnten Zwillingslamelle hervorgebracht und gehören somit der zweiten Klasse der Erscheinungen idiocyclophanischer Krystalle an.

Hieraus folgt für den in Rede stehenden Krystall, dass die Kante AC der Mittellinie, das heisst, da der Diopsid positiv ist, der Axe der kleinsten Elasticität, und die Kante AB, senkrecht zu den Büscheln, der Axe der grössten Elasticität parallel geht. Die Kante AA' ist somit senkrecht zur optischen Axenebene, und in der That sieht man in dieser Richtung bei

Digitized by Google

Anwendung homogenen Lichtes im Polarisationsinstrument die für Platten parallel der Axenebene charakteristischen Hyperbeln. Diese Bestimmungen sind nicht ganz im Einklang mit den oben mitgetheilten Notizen Biot's.

Ein anderes, in meinem Besitze befindliches Prisma, aus einem Diopsidkrystall von Ala ungefähr senkrecht zu einer der optischen Axen geschnitten, giebt in dieser Richtung schwache Büschel.

6. **Andalusit** (Haidinger 1844). Den bemerkenswerthen Pleochroismus, sowie die schönen Büschel, welche der Andalusit von Brasilien zeigt, hat zuerst Haidinger kennen gelehrt (Poggend. Ann. **61**, 295, **65**, 15). Ich verdanke von dieser jetzt sehr selten gewordenen Varietät des Minerals Herrn Damour, dem Erforscher der chemischen Constitution desselben, die mir gehörigen Exemplare, von denen ich drei senkrecht zu einer optischen Axe und das vierte parallel der Axenebene habe schleifen lassen. Letztere Platte giebt mit der dichroskopischen Lupe zwei sehr verschiedene Bilder, deren eines schön roth, das andere fast weiss ist; der Dichroismus der ersteren ist der gleiche, jedoch weniger stark. Diese geben, gegen den hellen Himmel gesehen, auf einem weissen, nur wenig grünlichen Grunde sehr verwaschene rothbraune Büschel, welche um so deutlicher sind, je dicker die Platte ist. Die beste jener drei Platten hat als Muster für die Figur 1 gedient; sie zeigt gegen das Centrum hin Spuren von Ringen.

7. **Senarmont'sches Salz.** In seiner Arbeit über die künstliche Erzeugung des Polychroismus in Krystallen giebt de Senarmont*), nach Erwähnung der bereits vor ihm beobachteten Büschel, an, »dass diese für den Polychroismus zweiaxiger Krystalle so charakteristische Erscheinung sich nirgends in solcher Schönheit und Intensität zeige, als an den künstlich gefärbten grossen Platten von salpetersaurem Strontium«.

»Wenn man diese mit gewöhnlichem weissen Lichte beleuchtet, so sieht man in der Richtung jeder optischen Axe einen lebhaft orangefarbenen Flecken, durchschnitten von einem hyperbolischen dunklen Balken; diese letzteren breiten sich rechts und links vom Hauptschnitt in Form gekrümmter Büschel aus, halb violett, halb dunkelblau gefärbt, und theilen das Gesichtsfeld in zwei Regionen, in denen die Nuancen des Roth sich zu beiden Seiten der gemeinschaftlichen Grenzen regelmässig abstufen. Die dunklen Büschel, unterbrochen durch den hellen Flecken, sind übrigens gegen die Spitze hin mit ein wenig Blau und Gelb gesäumt, welche ganz lokale Färbung um so intensiver ist, je mehr die Platte gegen die optische Axe geneigt ist, und welche offenbar von der Dispersion der Axen für verschiedene Farben abhängt. Selbstverständlich zeigen die farblosen Krystalle des reinen Strontiumnitrats nichts Aehnliches, und werden bei diesen die

*) Ann. d. Chim. Phys. (3) **41**, 330 (1854).

Digitized by Google

optischen Axen nur im polarisirten Lichte bei Anwendung der üblichen Apparate sichtbar.«

Das durch einen Auszug von Campecheholz gefärbte salpetersaure Strontium nun ist es, welches oben als »Senarmont'sches Salz« bezeichnet wurde. Leider verwittert dasselbe sehr leicht, und selbst in Canadabalsam eingekittete Platten sind nicht zu conserviren. Aus der Senarmont'schen Sammlung in der École des Mines zeigten i. J. 1874 nur noch zwei Platten die Büschel, allerdings ausgezeichnet, heute keine einzige mehr. Damals besass Herr Duboscq noch eine von Senarmont herrührende Platte, welche die schönsten Büschel erkennen liess, welche ich jemals sah, und verehrte mir dieselbe; — der Transport aus dem Atelier des Herrn Duboscq nach der École normale an einem heissen Sommertage genügte, um sie trübe und entfärbt werden zu lassen.

Da meines Wissens anderweitige Präparate Senarmont's nicht mehr existiren, so war es erforderlich, das Salz neu darzustellen, eine Arbeit, welche keineswegs leicht ist und die schon von Mehreren vergeblich versucht wurde. S. empfiehlt, das Strontiumnitrat aus einem concentrirten Campecheholzauszug, welcher durch einige Tropfen Ammoniak purpurroth gefärbt ist, krystallisiren zu lassen. Hierbei muss man sich jedoch sehr vorsehen, nicht zu viel Alkali zuzusetzen, um nicht den Farbstoff zu fällen. Nach vielen Versuchen ist endlich Herrn Bichat, Préparateur an der École normale, die Darstellung auf folgende Weise gelungen: man lässt die concentrirte Lösung des Salzes mit Campecheholz sieden, filtrirt und fügt entweder einige Tropfen Ammon oder $^1/_{10}$ Alkohol zu. Diese Lösung gab bei ruhigem Stehen an einem Orte mit constanter Temperatur grosse einheitlich gefärbte Krystalle. Von dieser Darstellung rühren alle, augenblicklich in den Sammlungen optischer Präparate verbreiteten, von Herrn Verlein geschliffenen Platten her.

Diese Platten, 1—2 mm dick und mit Canadabalsam zwischen Glasplatten eingekittet, sind stark pleochroitisch, wenn sie nicht zu viel vom Farbstoff enthalten; in der Haidinger'schen Lupe geben sie ein rothes und ein fast weisses Bild. Gegen den hellen Himmel gehalten, zeigen sie zwei schwache Büschel, roth auf blassrothem Grunde. Sind sie stark gefärbt, so tritt der Pleochroismus mehr zurück, dagegen werden die Büschel deutlicher und erscheinen fast schwarz auf schön rosenrothem Grunde. Wenn die Platte senkrecht zu einer Axe geschnitten ist, so sieht man nur einen Büschel; ist sie normal zur Mittellinie, so sieht man deren zwei und kann sich überzeugen, dass sie senkrecht zur Axenebene stehen. Was ihre Form betrifft, so konnte ich nur solche von der in Fig. 1 abgebildeten Gestalt beobachten, nie hyperbolische, wie sie Senarmont beschreibt. Seine Platten waren übrigens weniger gefärbt, als die meinigen, und hat-

Digitized by Google

ten eine geringere Dicke; auch war, soweit ich mich erinnere, die Büschelerscheinung deutlicher, als an den neuerdings dargestellten Krystallen.

8. **Kupferacetat** (de Senarmont). Obgleich dieses Salz von Brewster eingehend studirt worden ist (s. Dessen Abhandlung über den Dichroismus), so scheint doch Senarmont der Erste gewesen zu sein, welcher (in der früher erwähnten Arbeit) die Erscheinung der Büschel an demselben bemerkt hat. Nach der einzigen Platte zu urtheilen, in welcher ich solche beobachten konnte, sind dieselben sehr schwach; übrigens verliert das Salz durch Verwitterung seine Durchsichtigkeit.

9. **Topas.** Dieses Mineral wurde von Brewster eingehend untersucht. Speciell auf blauen Topas bezog er früher seine Figur der Büschel, später auf Cordierit. Ich habe nur ein einziges Mal, und zwar ausserordentlich schwache, Büschel bemerkt an einem gelben Topas, welchen ich der Freundlichkeit des Herrn Bertrand verdanke.

10. **Klinochlor.** Im Jahre 1874 gelang es Herrn Richard, fast in allen Glimmervarietäten, welche sich in der Sammlung der École des Mines befinden, die in Rede stehende Erscheinung wiederzufinden und dieselbe auch im Klinochlor zu entdecken, doch ist sie hier sehr schwach.

11. **Yttriumplatincyanür** (Bertrand 1877). Dieses schön roth gefärbte Salz mit kleinem Axenwinkel giebt in Platten senkrecht zur ersten Mittellinie eine Erscheinung, welche derjenigen der Büschel ähnlich ist, ohne indess vollständig identisch damit zu sein. Dieselbe besteht aus vier rothen Sectoren auf violettem Grunde oder, mit andern Worten, aus einem violetten Kreuz in rothem Felde.

Die folgende Tabelle giebt eine Zusammenstellung aller Körper, an denen ich die Büschel beobachten konnte, nebst Angabe ihres Krystallsystems und ihres optischen Axenwinkels:

Name der Krystalle	Zeichen d. Doppelbr.	Krystallsystem	Axenwinkel innerer	Axenwinkel äusserer
1. Cordierit	—	Rhombisch	39°,5	63
2. Epidot	+	Monoklin	88	—
3. Glimmer	—	-	—	70
4. Axinit	—	Triklin	74	—
5. Diopsid	+	Monoklin	59	—
6. Andalusit	+	Rhombisch	87°,5	—
7. Senarmont'sches Salz	—	Monoklin	—	31
8. Essigsaures Kupfer	+	-	85	—
9. Gelber Topas	+	Rhombisch	65	120
10. Klinochlor	+	Monoklin	—	10—86°
11. Yttriumplatincyanür	+	Rhombisch	—	24

Digitized by Google

Man ersieht aus dieser Zusammenstellung, dass alle Krystalle, welche Büschel liefern, zu den drei Systemen der zweiaxigen gehören, dass ferner ihre optischen Axen meist einen sehr grossen Winkel und zwar bei den in Hinsicht der Büschelerscheinung wichtigsten Substanzen einen solchen von nahe 90° bilden. Alle aufgeführten Körper sind dichroitisch oder vielmehr, da sie zweiaxig sind, polychroitisch, wie Haidinger gezeigt hat. Nach Senarmont würden die Büschel sogar charakteristisch für den Pleochroismus der zweiaxigen Krystalle sein, woraus indess nicht zu schliessen ist, dass alle pleochroitischen Krystalle Büschel geben, denn deren Zahl ist eine sehr grosse, während jene Erscheinung bisher nur an elf unter ihnen beobachtet wurde.

Durch Vergleichung der Büschel, wo deren zwei auftreten, wie z. B. im Glimmer, mit den im polarisirten Lichte erscheinenden Lemniscaten kann man sich sofort überzeugen, dass die Büschel senkrecht zur Axenebene stehen. Die Platten, welche im gewöhnlichen Lichte nur einen Büschel zeigen, liefern im Polarisationsinstrumente Farbenringe, welche von einer neutralen Linie durchsetzt werden; durch Neigen des Krystalls kann man auch hier den weiteren Verlauf der Lemniscaten und damit die Thatsache feststellen, dass die optische Axenebene stets senkrecht zu den Büscheln steht. Die beiden allgemeinen Charaktere der letzteren sind also folgende:

1. Die Büschel treten in zweiaxigen polychroitischen Krystallen auf.

2. Sie sind immer senkrecht zur Axenebene und ihre Mittelpunkte entsprechen den Richtungen der beiden optischen Axen.

2. Beobachtung der Büschel im polarisirten Lichte.

Zu einem weiteren Studium dieser Erscheinung ist es nöthig, unsere Krystalle nicht nur im gewöhnlichen, sondern auch im polarisirten Lichte zu untersuchen. Durch Betrachtung derselben mit der Haidinger'schen Lupe, deren Hauptschnitt wir immer senkrecht zu den Büscheln stellten, erhielten wir zwei verschieden gefärbte Bilder, die den Dichroismus des Krystalls charakterisiren, aber für sonstige Beobachtungen zu klein sind. Um diese zu vergrössern, wird an einem Ende eines horizontalen Rohres von 30 cm Länge und 3 cm Durchmesser ein doppeltbrechendes Kalkspathprisma befestigt, welches so construirt ist (wie es übrigens stets der Fall sein sollte), dass es dem ordinären Strahl keine Ablenkung verleiht. Halten wir dieses Prisma vor das Auge, so erblicken wir zwei runde Bilder der entgegengesetzten Oeffnung des Rohrs, beide weiss und von gleicher Intensität. Diese Bilder liegen bekanntlich im Hauptschnitt des Prisma, und durch Drehen des Rohrs um seine Axe können wir ihre Centren in eine vertikale Linie bringen, d. h. den Hauptschnitt des Analysators senkrecht stellen. Möge ferner das bei der Rotation unbewegliche d. i. ordinäre

Digitized by Google

Bild sich unten, das extraordinäre oben befinden. Es werden alsdann aus dem analysirenden Prisma zwei Strahlen austreten, der ordinäre mit vertikaler Polarisationsebene, d. h. mit horizontaler Schwingungsrichtung, und der extraordinäre, dessen Polarisationsebene horizontal und dessen Vibrationen vertikal sind.

Bringen wir nun unsere Krystallplatte in Kork eingesetzt, auf welchem die Richtung der Büschel angegeben ist, so zwischen Auge und doppeltbrechendes Prisma, dass die Linie der Büschel horizontal ist, und drehen wir nun die Platte ein wenig um diese Linie, so erscheinen die Büschel nicht im Gesichtsfeld, und wir sehen nur zwei, nunmehr in Farbe und Helligkeit sich unterscheidende Bilder.

Nehmen wir, um einen speciellen Fall zu betrachten, einen Andalusit, so ist das untere, ordinäre Bild das hellere; es ist weiss mit einem Stich ins Grüne; das obere oder extraordinäre ist dunkler und sehr lebhaft roth gefärbt. Es folgt also hieraus, dass beim Durchgang durch eine Andalusitplatte die senkrecht zu den Büscheln gerichtete Componente der Vibrationen stärker absorbirt wird, besonders, wenn sie den nicht rothen Strahlen angehört, als die den Büscheln parallele.

Durch Drehen des Andalusit um die Linie der Büschel können wir letztere je nach Gefallen in dem einen oder dem andern Bilde erscheinen lassen. Im ordinären sieht man sie hierbei, wie im gewöhnlichen Lichte,

Fig. 4.

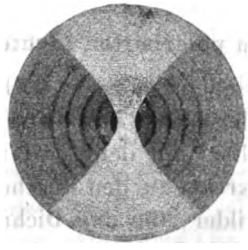
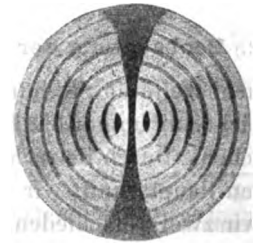


Fig. 5.



aber begleitet von Ringsegmenten, wie es Fig. 4 darstellt. Ganz anders erscheinen sie im extraordinären Bilde: hier erblickt man ein System von Ringen, durchschnitten von einem an den Rändern ausgebreiteten, schwarzen und senkrecht zur Axe der Büschel stehenden Balken (Fig. 5).*)

Man kann diese Erscheinungen noch leichter beobachten, wenn man

*) Die Figuren 4 und 5, obgleich nach der Natur gezeichnet, geben im Druck doch nicht vollständig die Erscheinung wieder; die Ringe müssten weniger zahlreich und weicher sein und müssten denen der Fig. 6 und 7 entsprechen.

Digitized by Google

die Andalusitplatte in eine Turmalinzange, aus welcher einer der Turmaline entfernt worden ist, bringt; man hat alsdann die in Fig. 4 dargestellte Form, wenn (bei horizontaler Stellung der Büschel) die Axe des beibehaltenen Turmalins horizontal ist, die der Fig. 5, wenn letztere vertikal steht. Die beiden obigen Figuren sind nach einer Andalusitplatte mit schwachen Büscheln gezeichnet, da die Ringe, namentlich die der Fig. 4, weniger deutlich werden, wenn die Büschel sehr dunkel erscheinen. Uebrigens ist es für die Beobachtungen gleichgültig, ob der Turmalin sich vor oder hinter der Krystallplatte befindet.

Wenn man sich erinnert, dass die Axe des Turmalin diejenige Richtung bezeichnet, in welcher die Schwingungen des hindurchgelassenen Lichtes stattfinden, so leuchtet ein, dass diese Resultate mit den vorhergehenden in Uebereinstimmung stehen.

Noch einfacher ist die Sache, wenn man sich damit begnügt, den Krystall mit dem von einer Platte gewöhnlichen oder schwarzen Glases zurückgeworfenen polarisirten Lichte zu beleuchten. Wenn man hierbei, wie in allen folgenden Fällen, die Büschel in die horizontale Richtung bringt, so erhält man die Ringe der Fig. 4, wenn das reflectirende Glas horizontal, die von Fig. 5, wenn dasselbe vertikal steht.

Beim Drehen der Andalusitplatte um die Richtung des Strahles sieht man das erste Bild sich allmählich in das zweite umwandeln. Ganz dasselbe beobachtet man, wenn man beim Aufsuchen der Büschel die Platte nicht gegen weisse Wolken, sondern gegen den blauen Himmel richtet, dessen Licht bekanntlich polarisirt ist in einer Ebene, welche durch die Gesichtslinie und durch die Sonne geht.

Alle andern in der Tabelle S. 456 angeführten Krystalle zeigen zwar analoge Erscheinungen, aber in gewissem Sinne den eben beschriebenen entgegengesetzte. Untersuchen wir z. B. den Epidot, welcher nach dem Andalusit die schönsten Büschel liefert, so finden wir, dass er vor dem doppeltbrechenden Prisma ebenfalls zwei Bilder von ungleicher Intensität giebt, dass aber diesmal das extraordinäre das hellere ist; dasselbe erscheint lebhaft grün gefärbt, das ordinäre sehr wenig lichtstark und dunkelbraun. Daraus folgt, dass im Epidot die zu den Büscheln senkrechten Schwingungen leichter durchgelassen und die dazu parallelen stärker absorbirt werden. Bringt man die Büschel ins Gesichtsfeld, so zeigt nunmehr das extraordinäre Bild die Ringe der Fig. 4, während diejenigen der Fig. 5 im ordinären auftreten.

In der folgenden Tabelle S. 460 sind die Resultate zusammengestellt, welche ich durch Beobachtung aller meiner Platten, wobei die Büschel ausserhalb des Gesichtsfeldes gehalten wurden, gewonnen habe:

Digitized by Google

	Austretende Schwingung, während die eintretende war	
	parallel den Büscheln	senkrecht zu den Büscheln
Andalusit	Intensiv, weiss	Schwach, roth
Senarmont'sches Salz	Schwach, roth	Intensiv, weiss
Epidot	- braun	- hellgrün
Axinit	- röthlich	- gelb
Cordierit	- blau	- -
Diopsid	- schmutzig grün	- -
Glimmer	- röthlich	- -

Diese Tabelle zeigt zunächst, dass die untersuchten Krystalle zwei verschiedenen Typen angehören, dem des Andalusit, von welchem nur das betreffende Mineral selbst vorliegt, und dem Epidottypus, welcher alle andern umfasst. Die Gesammtheit der Beobachtungen führt auf folgenden Satz:

Das Licht, welches die Platten durchlaufen hat, wird von zwei sehr ungleichen Schwingungen gebildet; die intensivere von beiden ist parallel den Büscheln im Andalusit, senkrecht zu denselben im Epidot und den übrigen Krystallen.

An dieses Gesetz ist mittelst eines, uns für den Augenblick noch unbekannten Bandes ein anderes geknüpft. Beobachten wir nämlich die Büschel in einem durch polarisirtes Licht erleuchteten Felde, so sehen wir,

	wenn die Schwingungen	
	parallel den Büscheln	senkrecht zu den Büscheln
beim Andalusit	Fig. 4	Fig. 5
bei Epidot etc.	Fig. 5	Fig. 4.

Nachdem so die Resultate bei der Beobachtung mit einer polarisirenden Vorrichtung festgestellt sind, scheint es nothwendig, unsere Krystalle auch in ihrem Verhalten gegen zwei solcher Vorrichtungen kennen zu lernen.

Bringen wir eine Andalusitplatte mit unverändert horizontaler Linie der Büschel in eine Turmalinzange, deren Analysator und Polarisator parallel gestellt sind, so beobachten wir die in Fig. 6 dargestellte Erscheinung, wenn die Axen der Turmaline parallel sind, eine der Fig. 7 analoge dagegen, wenn jene Axen mit den Büscheln 90° bilden. Wir wollen mit 7*B* diejenige Figur bezeichnen, welche wir im letzteren Falle beobachten, und die nur dadurch von Fig. 7 abweicht, dass die in dieser dunkle, neutrale Linie weiss oder wenigstens nur schwach gefärbt erscheint. Fig. 6 scheint auf den ersten Anblick mit Fig. 4 übereinzustimmen, in Wirklichkeit aber sind die Ringe weit schöner, zahlreicher und schärfer,

Digitized by Google

wenn man mit der vollständigen Turmalinzange beobachtet, als bei Anwendung nur einer Turmalinplatte.

Fügen wir statt des Andalusit einen Epidot in den Apparat ein, so er-

Fig. 6.

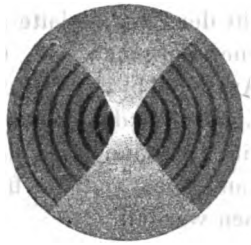
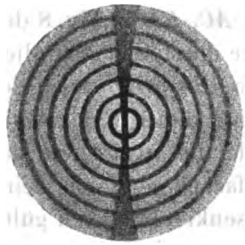


Fig. 7.



halten wir die umgekehrten Erscheinungen, nämlich Fig. 6, wenn die Turmalinaxen senkrecht zur Linie der Büschel, Fig. 7 *B*, wenn sie dieser parallel sind. Alle anderen Krystalle des Epidottypus geben dieselben Resultate, nur dürfen die Platten, um gute Ringsysteme zu liefern, weder zu stark gefärbt noch zu dick sein.

Sind dagegen die Hauptschnitte der beiden Turmaline in der Zange gekreuzt und die Büschellinie einem derselben parallel, so beobachtet man genau die in Fig. 7 dargestellte Erscheinung, d. h. Ringe, durchsetzt von einem dunklen Balken, welcher in allen Fällen parallel der Axe des senkrecht zur Büschelebene gestellten Turmalins gerichtet ist. Diese Erscheinung ist sehr schön beim Andalusit, Epidot, Senarmont'schen Salz, Axinit, Cordierit etc. Der Axinit zeichnet sich besonders aus durch die Asymmetrie seiner Farben und dadurch, dass die neutrale Linie nicht schwarz ist, sondern stets gefärbt und zwar verschieden zu beiden Seiten.

Die zuletzt beschriebenen Erscheinungen sind nun aber bekanntlich diejenigen, welche in der Turmalinzange sämmtliche zweiaxige Krystalle in Platten senkrecht zu einer optischen Axe zeigen. Betrachten wir irgend einen derartigen Krystall, z. B. Zucker, so würde eine zur optischen Axenebene senkrechte Linie die Richtung der hier nicht vorhandenen Büschel angeben. Die folgende Tabelle enthält nunmehr die Vergleichung der in den verschiedenen Fällen resultirenden Interferenzerscheinungen:

	Hauptschnitte der Turmaline		
	parallel: die Axen sind in Bezug auf die Büschel		gekreuzt: eine der Axen ⊥ zu den Büscheln:
	parallel:	senkrecht:	
Andalusit	Fig. 6	Fig. 7 *B*	Fig. 7
Epidot	Fig. 7 *B*	Fig. 6	Fig. 7
Zucker	Fig. 6	Fig. 6	Fig. 7

Digitized by Google

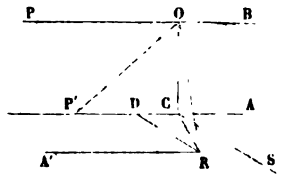
Da somit die Büschelerscheinung sich als ein specieller Fall der Interferenzcurven zweiaxiger Krystalle senkrecht zu einer Axe ergeben hat, so soll im Folgenden die Theorie dieser Curven wiedergegeben werden.

3. Interferenzcurven der zweiaxigen Krystalle senkrecht zu einer Axe.

Möge AC, BO in Fig. 8 den Durchschnitt der Krystallplatte parallel der Axenebene darstellen, OC die Richtung einer optischen Axe, OP' die der andern, so dass COP' gleich dem inneren Axenwinkel ist. Für den speciell zu betrachtenden Fall des Andalusit und Epidot, wo der Axenwinkel nahe 90^0, würde die zweite Axe parallel OP sein. Alsdann wird das Problem etwas einfacher, aber aus seiner Lösung kann leicht auf die für nicht zu einander senkrechte Axen gültige geschlossen werden.

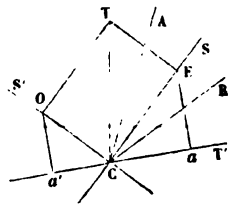
Wenn ein in O befindliches Auge einen Punkt R auf der Unterseite der Krystallplatte fixirt, so empfängt dasselbe in der Richtung OR zwei Strahlen, welche, wegen ihrer verschiedenen Geschwindigkeit im Krystall, mit einer Phasendifferenz δ anlangen. Diese Strahlen sind polarisirt in zwei zu einander senkrechten Ebenen, welche den spitzen und den stumpfen Winkel der beiden durch die gemeinschaftliche Gerade OR und je eine der optischen Axen OC und OP gelegten Ebenen halbiren. Die Trace des Winkels der beiden letzteren Ebenen auf der Unterfläche der Krystallplatte ist CRA'; da aber dessen Kante OR nicht senkrecht auf der Ebene der Platte steht, so ist die Halbirende des Winkels CRA', nämlich RD, nicht die Trace der halbirenden Ebene, aber sie wird nahe damit zusammenfallen, wenn OR von der Normalen zur Platte nicht viel verschieden ist. Wir dürfen sie demnach als damit zusammenfallend annehmen, wenn wir das Gesichtsfeld auf die Richtungen in der Nähe dieser Normalen beschränken.

Fig. 8.



Ziehen wir CS parallel DR, so können wir sagen, dass die beiden sich parallel RO fortpflanzenden Strahlen polarisirt seien in zwei Ebenen, deren Trace parallel und senkrecht zu CS sind, oder, dass deren Schwingungen senkrecht und parallel zur Halbirenden des Winkels RCA stattfänden. Nehmen wir nunmehr die Ebene ACR als Zeichnungsebene, so erhalten wir die Fig. 9, in welcher CA die Trace der optischen Axenebene, CR diejenige der Brechungsebene OCR, ferner CS, die Halbirende des Winkels ACR, die Schwingungsrichtung des einen Strahls, und CS', dazu senkrecht, die des andern ist. Es befinde sich der Krystall in einer Turmalinzange, und es sei CT die Axe des Polarisators, also die Schwingungsrichtung des ein-

Fig. 9.



Digitized by Google

fallenden Lichtes, CT' die Axe des Analysators, d. h. die Vibrationsrichtung des austretenden Strahles.

Nehmen wir CT zur Ausgangsrichtung und setzen wir:

$TCT' = \Theta$, Winkel der Turmalinhauptschnitte;
$TCA = \alpha$, Azimuth der Axenebene;
$TCR = \varphi$, veränderliches Azimuth der Brechungsebene.

Der Winkel TCS ist alsdann $= \alpha + \frac{\varphi - \alpha}{2} = \frac{\alpha + \varphi}{2}$.

Die einfallende Vibration CT, deren Amplitude wir zur Einheit nehmen wollen, wird in zwei nach CS und CS' gerichtete zerlegt werden, deren eine die Amplitude CE, die andere CO besitzt:

$$CE = \cos \frac{\alpha + \varphi}{2}$$

$$CO = \sin \frac{\alpha + \varphi}{2}.$$

Der zweite Turmalin vereinigt davon die Componenten $Ca = a$ und $Ca' = a'$, und wir haben:

$$a = CE \cos\left(\Theta - \frac{\alpha + \varphi}{2}\right) = \cos\left(\frac{\alpha + \varphi}{2}\right) \cos\left(\Theta - \frac{\alpha + \varphi}{2}\right)$$

$$a' = -CO \sin\left(\Theta - \frac{\alpha + \varphi}{2}\right) = -\sin\left(\frac{\alpha + \varphi}{2}\right) \sin\left(\Theta - \frac{\alpha + \varphi}{2}\right)$$

Die Phasendifferenz δ dieser beiden Strahlen ist gleich derjenigen, welche durch die Krystallplatte allein hervorgebracht wird.

Die Zusammensetzung der beiden Schwingungen erfolgt nach der allgemeinen, die Intensität angebenden Formel:

$$I = (a + a')^2 - 4 a a' \sin^2 \pi \frac{\delta}{\lambda}$$

Dies ergiebt:

$$I = \cos^2 \Theta + \sin(\alpha + \varphi) \sin\left[2\Theta - (\alpha + \varphi)\right] \sin^2 \pi \frac{\delta}{\lambda}$$

Die Frangen sind gegeben durch die Gleichung $\delta = n\frac{\lambda}{2}$. In meiner Abhandlung über die isochromatische Fläche*) habe ich gezeigt, dass dieselben aus äquidistanten Ringen bestehen und sich dadurch von denen einaxiger Krystalle unterscheiden, welche um so näher aneinander liegen, je grösser sie sind. Mit andern Worten: δ ist proportional dem Abstande $\varrho = CR$ (Fig. 8); man kann somit, indem man mit K den Proportionalitätscoëfficient bezeichnet, setzen:

$$\delta = K\varrho.$$

*) Ann. de Chim. et de Phys. (3. s.) 68, 84; 1861.

Digitized by Google

Ausserdem sind diese Ringe durchschnitten von neutralen Linien, welche durch Discussion der allgemeinen Gleichung in folgender Weise gefunden werden:

1. Turmalinhauptschnitte parallel. In diesem Fall ist $\Theta = 0$ und man hat:

$$I = 1 - \sin^2(\alpha + \varphi) \sin^2 \pi \frac{\delta}{\lambda}.$$

Die neutrale Linie findet man, indem man den von der Farbe (Wellenlänge) abhängigen Coëfficient auf Null reducirt, d. h. indem man $\varphi = -\alpha$ setzt, und ihre Intensität ist $= 1$. Dreht man also die Platte um den senkrechten Strahl, so dreht sich die die Ringe durchsetzende weisse Linie im entgegengesetzten Sinne, aber um denselben Winkel, wie die optische Axenebene. Für $\alpha = 0$ wird auch $\varphi = 0$, d. h. die weisse Bande giebt die Axenebene an, wenn letztere den Hauptschnitten der Turmaline parallel ist. Das Gleiche ist der Fall, wenn sie dazu senkrecht steht, denn für $\alpha = 90^0$ ist auch $\varphi = 90^0$. Man beobachtet alsdann die in Fig. 6 dargestellten Frangen.

Die dunkeln Ringe entsprechen der Gleichung $\sin^2 \pi \frac{\delta}{\lambda} = 1$, welche liefert:

$$\delta \text{ oder } K\varrho = (2n + 1)\frac{\lambda}{2}.$$

Ihre Intensität ist:

$$I = 1 - \sin^2(\alpha + \varphi).$$

Für $\varphi = -\alpha$ wird dieser Werth $= 1$, für $\varphi = 90^0 - \alpha$ wird er Null. Die Ringe sind also absolut dunkel nur in der Richtung senkrecht zur neutralen Linie; von da ab wächst ihre Lichtintensität unmerklich bis zu dieser Linie selbst, wo sie gleich 1 ist. Da in der Nähe der neutralen Linie die Intensität sehr nahe $= 1$, z. B. im Abstande von 5^0 noch nicht um $\frac{1}{100}$ von der Einheit abweicht, so erscheint die weisse Zone über einen Sector von ungefähr 10^0 ausgebreitet.

2. Turmalinhauptschnitte gekreuzt. Wenn $\Theta = 90^0$, so ist die Intensität:

$$I = \sin^2(\alpha + \varphi) \sin^2 \pi \frac{\delta}{\lambda}$$

Für die dunkeln Ringe gilt die Gleichung $\sin^2 \pi \frac{\delta}{\lambda} = 0$, aus welcher folgt:

$$\delta \text{ oder } K\varrho = 2n\frac{\lambda}{2}$$

Ihre Intensität ist Null auf ihrem ganzen Umfange.

Die neutrale Linie ist gegeben durch $\varphi = -\alpha$ und ihre Intensität ist Null. Die Ringe sind also durchschnitten von einem schwarzen Balken,

Digitized by Google

welcher sich mit der Platte dreht im entgegengesetzten Sinne, wie deren Axenebene, und welcher, wenn $\alpha = 0$ oder $= 90^0$ wird, mit dem ersten oder dem zweiten Turmalinhauptschnitt zusammenfällt. Aus demselben Grund, wie er oben auseinandergesetzt ist, breitet sich diese schwarze Bande am Rande des Gesichtsfeldes aus.

Für $\alpha = 0$ würde man die Ringe der Fig. 7 haben.

3. Turmalinhauptschnitte schief. In diesem Falle muss man auf die allgemeine Gleichung zurückgehen. Diese giebt zwei neutrale Linien, von denen die eine dem Werthe $\varphi = -\alpha$, die andere $\varphi = 2\Theta - \alpha$ entspricht; beide sind grau und haben die Intensität $\cos^2 \Theta$. Nehmen wir z. B. $\Theta = 45^0$ an, so wird jene Gleichung:

$$I = \tfrac{1}{2}\left[1 + \sin^2 (\alpha + \varphi) \sin^2 \pi \frac{\delta}{\lambda}\right]$$

und es resultiren zwei neutrale Linien, deren Intensität $\frac{1}{2}$, welche entsprechen:

Die erste dem Werth $\alpha + \varphi = 0$, d. h. $\varphi = -\alpha$

Die zweite dem Werth $2(\alpha + \varphi) = 180^0$, d. h. $\varphi = 90^0 - \alpha$

Dieselben theilen das Gesichtsfeld in vier ungleiche Sectoren, in denen die Segmente der Ringe, wie leicht einzusehen, mit einander alterniren.

Setzen wir z. B. $\alpha = 0$, so wird die Intensitätsgleichung:

$$I = \tfrac{1}{2}\left(1 + \sin^2 \varphi \sin^2 \pi \frac{\delta}{\lambda}\right)$$

und die beiden neutralen Linien sind gegeben durch die Werthe $\varphi = 0$ und $\varphi = 90^0$, d. h. sie sind parallel und senkrecht zur optischen Axenebene. Sie theilen somit das Gesichtsfeld in vier gleiche Sectoren von 90^0.

In dem ersten derselben, welcher von der Axe des zweiten Turmalins halbirt wird, liegt φ zwischen 0 und 90^0, sin φ ist also positiv; die dunklen Ringe erscheinen, wenn $\sin \pi \frac{\delta}{\lambda} = 0$, d. h. wenn δ oder $K\varrho = 2n\frac{\lambda}{2}$; da ihre Intensität überall $= \frac{1}{2}$ ist, so sind sie wenig markirt. Ganz genau Dasselbe gilt auch für den dritten Sector, welcher dem ersten gegenüberliegt und in welchem φ von 180^0 bis 270^0 variirt.

Im zweiten Sector, welcher von keiner der Turmalinaxen durchschnitten wird, ändert sich φ von 90^0 bis 180^0; sein Sinus ist negativ, und die dunklen Ringe entsprechen den Werthen $\sin^2 \pi \frac{\delta}{\lambda} = 1$, d. h. δ oder $K\varrho = (2n + 1)\frac{\lambda}{2}$. Die Ringe wechseln also mit denen des vorhergehenden Sectors ab; ihre Intensität ist auf der neutralen Linie $= \frac{1}{2}$, vermindert sich aber, wenn man sich von dieser entfernt, und wird Null in der Mitte des Sectors; sie erscheinen also viel deutlicher, als die ersteren. Ganz dasselbe findet statt im gegenüberliegenden vierten Sector.

Digitized by Google

Alle diese theoretischen Resultate können mit grösster Leichtigkeit durch Beobachtung, z. B. an einer Zuckerplatte, senkrecht zu einer Axe, verificirt werden.

4. Versuch einer Theorie der Büschel.

Die soeben auf eine durchsichtige Krystallplatte angewendeten Gesetze der Polarisation compliciren sich bei den die Büschel zeigenden Krystallen noch durch die wenig bekannten Gesetze des Dichroismus.

Es war bekanntlich ein grosser Fortschritt in dem Studium dieser letzteren, schon so lange beobachteten Erscheinung, dass man die betreffenden Krystalle mit Hülfe eines doppeltbrechenden Prismas untersuchte und so die Verschiedenheit der beiden durch dieselben gelieferten Bilder nachwies. Nach einer Notiz von Biot*) scheint Arago zuerst eine derartige Beobachtung am Baryt gemacht zu haben, doch verdanken wir Biot selbst die Entdeckung des Dichroïsmus am Turmalin und die Construction der Turmalinzange**).

Bekanntlich lässt eine parallel der Axe geschnittene Platte dieses Minerals bei einer gewissen Dicke nur noch die extraordinären, parallel der Axe gerichteten Lichtschwingungen hindurch, während sie die ordinären vollständig absorbirt. Dies ist der Fall in schwarzem Turmalin schon bei einer Dicke von $^1/_5$—$^1/_{10}$ mm, in grünem oder blauem erst bei weit grösserer Dicke. Indessen ist, um die Interferenzcurven der Krystalle in der Turmalinzange zu zeigen, jene vollständige Absorption nicht nothwendig. Die Turmalinplatten zeigen, mit dem doppeltbrechenden Prisma oder der dichroskopischen Lupe untersucht, zwei Bilder von verschiedener Intensität und Farbe, ein Verhalten, das auch allen andren dichroitischen Krystallen eigen ist und welches beweist, dass dieselben eine auswählende Absorption auf das Licht ausüben und dass die verschiedenen Farben in den beiden Strahlen verschieden absorbirt werden.

Biot beobachtete den Dichroismus ausser im Turmalin auch im gelben Topas von Brasilien***), im Epidot, Smaragd, Glimmer, Dichroit und Idokras†). Ausgedehnter als seine Untersuchungen sind die gleichzeitigen oder auch etwas älteren von Brewster, welcher in seiner bereits S. 450 citirten Zusammenstellung dichroitischer Krystalle die optisch einaxigen von den zweiaxigen trennt. Da in den letztern drei Hauptschwingungsrichtungen vorhanden sind, in denen das Licht ungleich absorbirt wird, da es hier also drei Hauptfarben giebt, so hat man diese Krystalle »trichroitische« genannt; da aber die Mischung der Hauptfarben in zwischenliegenden Rich-

*) Journal de Physique **90**, 41.

) Mém. lu à l' Acad. d. Sc. 5. déc. 1814. Ann. d. Chimie **94, 191.

***) Bulletin de la Soc. philomat. 1819, 109.

†) Ebenda, S. 132.

Digitized by Google

tungen andere erzeugen kann, so schlug Haidinger für dieselben den Namen »pleochroitische« vor, während Senarmont sie »polychroitische« nannte, eine Bezeichnung, deren wir uns weiter oben ebenfalls bedient haben.

Da in allen polychroitischen Krystallen die Absorption der beiden senkrecht zu einander polarisirten Strahlen, wie beim Turmalin, eine verschiedene ist, so hat man mehrfach versucht, in der Turmalinzange jenes Mineral durch andere polychroitische Krystalle zu ersetzen, so durch Cordierit*), Epidot, Andalusit u. a.; doch hat sich diese Ersetzung als nicht sehr vortheilhaft erwiesen, da der stärker absorbirte Strahl niemals vollständig ausgelöscht wird und der durchgelassne stets gefärbt ist. Ich besitze eine Zange, bestehend aus einer Epidot- und einer Andalusitplatte, welche beide senkrecht zur Axenebene geschliffen sind und sich so verhalten, wie dünne Turmalinplatten. Natürlich könnten dieselben auch durch zwei senkrecht zu je einer Axe geschnittene Platten, welche die Büschel zeigen, ersetzt werden, da solche ja ebenfalls die beiden Strahlenbündel ungleich absorbiren.

Um die Gesetze des Dichroismus genauer studiren zu können, müsste man die Absorptionscoëfficienten der beiden Strahlen bestimmen, was bei dem Mangel an Homogeneität der meisten dichroitischen Krystalle nicht sehr genau möglich ist. Ich habe einen Versuch nach dieser Richtung hin gemacht, indem ich mit Hülfe eines gradsichtigen Spektroskops, dessen Ocular durch ein doppeltbrechendes Prisma — mit seinem Hauptschnitt dem Spalt parallel — ersetzt war, ein doppeltes Spectrum hervorbrachte. Wurde hinter dem Analysator eine Andalusitplatte, welche die Büschel senkrecht zum Hauptschnitt des doppeltbrechenden Prismas zeigte, gestellt, so erwies sich das ordinäre Spectrum, dessen Vibrationen parallel den Büscheln waren, lichtstark und fast vollständig, während das extraordinäre sehr unvollkommen war; im letzteren herrschte Roth vor, Grün und Gelb waren schwach und der blaue Theil fehlte vollständig.

Nimmt man dagegen eine Epidotplatte, so sind im Gegentheile die senkrecht zu den Büscheln gerichteten Schwingungen die intensiveren; aber auch deren Spectrum ist kein vollständiges: Grün herrscht darin vor, das Roth ist schwach und die anderen Farben fehlen. Das ordinäre, durch die parallel den Büscheln schwingenden Strahlen hervorgebrachte Spectrum ist ausserordentlich schwach und namentlich das Grün fehlt gänzlich in demselben.

Beschränken wir uns auf diese beiden Substanzen, welche ja die typischen sind und die deutlichsten Büschelerscheinungen liefern, so sehen wir, dass dieselben in Platten senkrecht zu einer optischen Axe sich wie

*) S. Marx in Poggend. Ann. 8, 249 (1826).

Digitized by Google

gewöhnliche zweiaxige Krystalle verhalten, welche zwischen zwei unvollkommen absorbirenden Turmalinen mit parallelen Hauptschnitten beobachtet werden und zwar verhält sich der Andalusit so, wie wenn hierbei die Axen der beiden Turmaline den Büscheln parallel wären, der Epidot dagegen so, wie wenn dieselben senkrecht zu den Büscheln ständen.

Da es sich somit nur um einen speciellen Fall der Interferenzcurven, welche zweiaxige Krystalle zwischen parallelen Turmalinen zeigen, handelt, bei dem zugleich der Dichroismus in Rechnung gezogen werden muss, so haben wir nur nöthig, nach diesem letzteren Gesichtspunkte hin die im vorhergehenden Paragraphen auseinandergesetzte Theorie wieder aufzunehmen.

1. Betrachten wir zunächst den Andalusit senkrecht zu einer Axe:

Die Trace der optischen Axenebene auf der Platte und die dazu senkrechte Richtung der Büschel bilden die Richtungen der Vibrationen, in welche ein in die Platte eintretender Strahl gewöhnlichen Lichtes zerlegt wird. Diese beiden, senkrecht zu einander polarisirten Schwingungen differenziiren sich um so mehr, je weiter sie in den Krystall eindringen, und liefern beim Austritt zwei verschiedene Strahlenbündel, eines aus Schwingungen parallel den Büscheln bestehend, welches wir H nennen wollen, das andere parallel der Axenebene vibrirend, welches mit A bezeichnet werden möge. Im vorliegenden Falle ist die Intensität H grösser als A; letzteres ist zusammengesetzt aus Roth mit ein wenig Grün und Gelb; nehmen wir nun den gleichen Antheil von H, so haben wir zwei rechtwinklig zu einander polarisirte Strahlen von derselben Farbe. Diese liefern wieder gewöhnliches Licht $2A$, welches über das ganze Gesichtsfeld verbreitet ist, und es bleibt folglich ein Bündel gefärbten polarisirten Lichtes von der Intensität $H - A$ übrig, gebildet von Schwingungen parallel den Büscheln. Dies ist aber ganz dasselbe, als ob eine Andalusitplatte von der Farbe und Intensität $2A$ zwischen zwei Turmaline, deren Hauptschnitte den Büscheln parallel sind, gebracht und dem Lichte $H - A$ ausgesetzt werde. Wir haben nun gesehen, dass in diesem Fall, wo die Turmaline einander parallel und zur Axenebene senkrecht stehen, die Interferenzcurven aus Ringen mit weissem Centrum bestehen, und dass diese durchschnitten werden von einem hellen Büschel, dessen Richtung senkrecht zu den Hauptschnitten der Turmaline und dessen Intensität $= H - A$. Wenn dieser Betrag von Licht zu der Farbe des Gesichtsfelds $= 2A$ hinzugefügt wird, so resultirt als Licht der neutralen Linie $H + A$, d. h. die natürliche Farbe des Andalusit (ein sehr wenig mit Gelb und Grün vermischtes Weiss).

Die zu beiden Seiten der neutralen Linie sich ausbreitenden Sectoren müssten von Ringen durchsetzt sein, welche den Maximis und Minimis der Intensität entsprechen; dieselben verschwinden aber in der allgemeinen

Digitized by Google

Beleuchtung mit dem rothen Lichte $2A$, so dass man nur zwei rothgefärbte Sectoren sieht. Uebrigens treten bei genauer Betrachtung doch Spuren der beiden ersten Ringe hervor, wie es der Zeichner in Fig. 4 (s. S. 450) recht gut angedeutet hat.

Will man diese Ringe deutlich erscheinen lassen, so muss man das störende Licht A auslöschen. Hierzu genügt eine Polarisation der eintretenden Strahlen mit Hülfe eines senkrecht zur Axenebene d. i. parallel den Büscheln, gestellten Turmalins. In der That sieht man dann die in Fig. 4 dargestellten Ringe.

Stellt man dagegen den Hauptschnitt des Turmalins senkrecht zu den Büscheln, so befindet sich der Andalusit in demselben Falle, wie wenn er zwischen zwei gekreuzten Turmalinen wäre, d. h. die eintretenden Schwingungen allein parallel der Axenebene, und die austretenden hauptsächlich parallel den Büscheln stattfänden; es würden also die Ringe der Fig. 5 mit einem schwarzen Balken erscheinen.

Beobachtet man den Andalusit zwischen zwei Turmalinen, so überwiegt deren Einfluss, und wir erhalten die bekannte Interferenzfigur zweiaxiger Krystalle, Fig. 6 bei parallelen, Fig. 7 bei gekreuzten Turmalinen.

2. Gehen wir nunmehr zum Epidot über, so müssen wir uns zunächst erinnern, dass jetzt A grösser als H ist. Nehmen wir dann von A eine Quantität Licht $= H$, d. h. Roth mit ein wenig Blau, um das Braun des ordinären Strahles zu bilden, so haben wir dem ganzen Gesichtsfelde gemeinsame braune Farbe $2H$. Die Farbe $A - H$ allein erleidet im Krystall eine Umwandlung ihrer Schwingungen, wie wenn jener zwischen zwei einander und der Axenebene parallele Turmaline gebracht worden wäre. In diesem Falle würde man Ringe mit einer neutralen Linie parallel der Axenebene, folglich stets senkrecht zu den Büscheln, beobachten; diese Linie muss nach der Theorie die Farbe $A - H$ haben, welche sich zu derjenigen des Gesichtsfeldes $2H$ addirt und somit $A + H$, die natürliche Farbe des Krystalls, liefert. Was die Ringe betrifft, so sind sie hier so vollkommen durch die Farbe des Gesichtsfeldes $2H$ verdeckt, dass man keine Spur davon sieht. Um sie wahrnehmbar zu machen, muss man H durch einen der Axenebene parallelen Turmalin auslöschen und erhält dann Fig. 4. Dreht man diesen jedoch so, dass seine Axe den Büscheln parallel wird, so werden die Schwingungen des ein- und des austretenden Lichtes normal zu einander, und man erhält die Ringe, wie sie bei gekreuzten Turmalinen erscheinen (Fig. 5). Zwischen zwei Turmalinplatten resultiren natürlich die Fig. 6 und 7.

Fassen wir das Vorhergehende kurz zusammen, so folgt daraus, dass man die Platten mit Büschelerscheinung ansehen muss, wie sonstige zwei-

Digitized by Google

axige Krystalle, welche in eine schlechte Turmalinzange mit parallelen Hauptschnitten eingefügt sind. Das von ihnen durchgelassene Licht besteht aus natürlichem: $2A$ oder $2H$, und aus polarisirtem: $H - A$ oder $A - H$, welches entweder parallel den Büscheln oder senkrecht dazu schwingt.

Es folgt hieraus, dass die Büschel nur sichtbar werden können, wenn das polarisirte Licht $H - A$ eine merkliche Intensität hat, d. h. wenn der Dichroismus ein sehr ausgesprochener ist. Deshalb findet man dieselben auch nicht in allen dichroitischen Krystallen, während die Zufügung eines Turmalin, welcher die Intensität derselben merklich erhöht, ihre Auffindung auch da ermöglichen würde, wo sie sehr schwach sind.

Anm. Herschel hat bereits in seiner Optik (§1068) die Idee ausgesprochen, dass die Büschel eine durch unvollständige Polarisation hervorgebrachte Erscheinung seien, aber er hat diese Idee anders entwickelt, als es in vorstehender Abhandlung geschehen ist. Um zu erklären, wie die Büschel nur verwischte Interferenzringe seien, nimmt er an, dass die sie liefernden Krystalle inhomogen und dass deren optische Axen in den verschiedenen Theilen nicht parallel gerichtet seien. Ein solcher Krystall würde gestörte Ringe geben, weil die Maxima und Minima sich über einander schieben, und es würde der Theil des Gesichtsfeldes, welcher eigentlich von den Ringen eingenommen sein müsste, lediglich weniger hell als das übrige Gesichtsfeld sein. »Man kann«, sagt er, »zur Unterstützung dieser Hypothese hinzufügen, dass man bei der gewöhnlichen Untersuchung solcher Krystalle im polarisirten Lichte ausserordentlich unregelmässige Ringe beobachtet, was offenbar die Nichtcoïncidenz der Axen beweist«.

Eine solche Unregelmässigkeit in den Ringen des Andalusit habe ich nicht beobachtet und glaube daher, dass die Büschel anders zu erklären sind, als es Herschel versucht hat.

Digitized by Google

XXVI. Untersuchungen norwegischer Mineralien II.

Von

W. C. Brögger in Christiania.

(Hierzu Taf. XI, XII und XIII).

---

4. Zoisit (Thulit) von Souland, Norwegen.

Das bekannte Vorkommen des »Thulit« von Kleppan, Kirchspiel Souland, Telemarken bietet eine der schönsten Vergesellschaftungen von Mineralien, welche von den abgelegenen norwegischen Fundorten in die meisten europäischen Sammlungen gelangt sind, dar; die rein rosenrothe Farbe dieser Varietät des Zoisit mit dem Blau des Cyprin (Vesuvian), der hellgrünlichen oder fast weissen Farbe des bekannten »weissen Granats«, der violblauen Farbe des Flussspath in dem glänzenden Kalkspath oder Quarz, bunt durch einander gruppirt, giebt zusammen ein überraschend lebhaftes Bild, welches mehr an die wechselnde Farbenpracht der organischen Schöpfung, als an den im Allgemeinen kälteren, ruhigeren Ton der anorganischen Welt erinnert. Bei dieser rein ästhetischen Schönheit hat das Vorkommen in krystallographischer Beziehung bis jetzt nur wenig Interessantes geboten; die erwähnten Mineralien, zu welchen ausserdem noch andere (besonders bemerkenswerth seltene kleine, schmutzig grünlichbraune Krystalle von Epidot, — mit Zoisit zusammen!) sich gesellen, kamen mit Ausnahme des Granats, selten in wohlausgebildeten Krystallen vor. Von dem blauen Cyprin wurde zwar hie und da als eine schätzenswerthe Seltenheit ein schöner Krystall mit Endflächen von Sammlern mitgebracht, von dem Thulit dagegen waren Krystalle mit Endflächen bis jetzt nicht bekannt. Das schon längst ziemlich ausgebeutete Vorkommen scheint Nichts von besonderer Schönheit mehr zu leisten, und die Hoffnung, gute Krystalle von Thulit zu erhalten, war desshalb wohl sehr unsicher. Von dem von mehreren bekannten Mineralogen besuchten Fundort wurde schon 1844 von Scheerer bemerkt: »gute Stufen der Mineralien, besonders von Thulit und Grossular, waren nicht mehr zu finden.« Derselbe beschreibt das Vorkommen als Adern und Nieren

Digitized by Google

von Quarz, welche in einem hornblendereichen, bisweilen in ein krystallinisches Hornblendegestein übergehenden Gneiss von undeutlicher Schieferigkeit unregelmässig vertheilt sind; in den Quarzadern sind dann die betreffenden Mineralien zerstreut.

Bei einem Besuch in Kongsberg hatte ich die Gelegenheit, in einer alten seiner Zeit von Herrn Bergwerksdirektor N. B. Möller geschenkten Sammlung eine Stufe mit schönen, kleinen Krystallen von Thulit zu entdecken: die Hälfte dieser Stufe wurde mir durch die Freundlichkeit des jetzigen Direktors Herrn Andresen zur Untersuchung übergeben. Die gegen weissen grobkörnigen Kalkspath mit Endflächen ausgebildeten, $^1/_3$—$1^1/_2$ cm langen Krystalle sind nach der gewählten Stellung vertikal prismatisch ausgezogen und zeigen in der vertikalen Zone, wie der Zoisit gewöhnlich, zum Theil mit gestreiften Flächen, eine Reihe von Prismen, unter denen das Grundprisma mit ungestreiften Flächen sehr überwiegt, ausserdem beide Pinakoide; am Ende tritt hauptsächlich ein steiles Brachydoma *e* Taf. XI, Fig. 10 auf; ausserdem ein zweites Brachydoma (*x*) und ziemlich klein ein Makrodoma (*d*) und zwei Pyramiden (*o* und *p*), die mit der letzterwähnten Form und dem Brachypinakoid in einer Zone liegen. Bisweilen scheint das steile Brachydoma als einzige Endform die Krystalle keilförmig zuzuschärfen.

Die vertikalen Flächen sind schön glänzend und geben trotz der vertikalen Streifung der Prismen und der bisweilen sehr deutlichen horizontalen Streifung des stark ausgebildeten Brachypinakoids im Allgemeinen ausgezeichnete Flammen; doch waren die Flächen der Prismen *n* und *q* (Fig. 10 an allen meinen Krystallen weniger gut messbar. Die Flächen des steileren Brachydomas (*e*) waren im Allgemeinen ziemlich rauh, in einzelnen Fällen jedoch schön glänzend, diejenigen des weniger steilen, meist ganz schmal ausgebildeten Brachydomas waren glatt, gewöhnlich aber zu klein, um genaue Messungen zu gestatten. Die Flächen der Pyramide *p* waren glänzend, die von *o* matter; weil nur an ein Paar Krystallen auftretend und nicht scharf messbar, schienen die Pyramiden für die Berechnung des Axenverhältnisses nicht brauchbar. Für diese Berechnung wurden folgende Messungen benützt:

$e : b =$	25°	38′	10″	$b : m =$	58°	13′	50″
	25	39			58	10	20
	25	42	10		58	19	30
	25	40	20		58	26	30
$M =$	25	39	55		58	20	30
					58	11	20
				$M =$	58	17.	

Diese an fünf verschiedenen Krystallen ausgeführten Messungen differiren namentlich für $m : b$ ziemlich bedeutend; für diesen letzten Winkel ist, weil sämmtliche Messungen ungefähr gleich gut schienen, das Mittel,

Digitized by Google

während für den Winkel $e : b$ die zweite Messung als die beste zur Grundlage für die Berechnung genommen ist. Es folgt aus diesen Fundamentalwerthen das Axenverhältniss $a : b : c = 0{,}618015 : 1 : 2{,}08250$; wird die Axe c mit 6 dividirt, so erhält man:

$$a : b : c = 0{,}618015 : 1 : 0{,}34708.$$

Die Formen, auf dieses Axenverhältniss bezogen, bekommen folgende Zeichen:

Pyramiden: o $(= b\frac{1}{2}$ D. Cl.$) = P(111)$
$p = 3\breve{P}3\,(131)$;

Prismen: $x = 4\breve{P}\infty\,(041)$; $e = 6\breve{P}\infty\,(061)$.
$d\,(= a'$ D. Cl.$) = \bar{P}\infty\,(101)$:
$m\,(= m$ D. Cl.$) = \infty P\,(110)$: $t\,(= g_2$ D. Cl.$) = \infty\breve{P}3\,(130)$;
$l\,(= g\frac{5}{3}$ D. Cl.$) = \infty\breve{P}\frac{5}{3}\,(150)$; $n\,(= h_4$ D. Cl.$) = \infty\bar{P}\frac{1}{3}\,(530)$;
$q\,(= h_3$ D. Cl.$) = \infty\bar{P}2\,(210)$; $k\,(= h_2$ D. Cl.$) = \infty\bar{P}3\,(310)$;

Flächenpaare: $a\,(= h_1$ D. Cl.$) = \infty\bar{P}\infty\,(100)$: $b\,(= g_1$ D. Cl.$) = \infty\breve{P}\infty\,(010)$.

		Berechnet:	Gemessen:	
$d : a$	$101 : \bar{1}00 =$	$60^0\,39'$	—	
$d : k$	$101 : 310 =$	$61\;20$	$61^0\,19'$	
$d : p$	$101 : 131 =$	$42\;16$	$42\;12$	
$p : p$	$131 : 1\bar{3}1 =$	$84\;31$	$84\;17$	
$p : p$	$131 : \bar{1}31 =$	$42\;32$	—	
$p : p$	$131 : 13\bar{1} =$	$80\;21$	—	
$o : b$	$111 : 010 =$	$73\;9$	$73\;27$	$73^0\,19'$ Miller
$o : \eta$	$111 : \bar{1}10 =$	$104\;17$	—	$104\;25$ -
$o : o$	$111 : 1\bar{1}1 =$	$33\;42$	—	—
$o : o$	$111 : \bar{1}11 =$	$55\;57$	—	—
$o : o$	$111 : 11\bar{1} =$	$113\;5$	—	—
$e : p$	$061 : 131 =$	$27\;41$	$27\;38$	—
$e : e$	$061 : 0\bar{6}1 =$	$128\;42$	$128\;38$	—
$e : x$	$061 : 041 =$	$10\;5$	$9\;54$	—
$x : b$	$041 : 010 =$	$35\;44$	—	—
$a : b$	$100 : 010 =$	90	$89\;53$	—
$m : m$	$110 : 1\bar{1}0 =$	$63\;26$	—	—
$t : b$	$130 : 010 =$	$28\;20$	$28\;1$	$28^0\;0'$ D. Cl.
$l : b$	$150 : 010 =$	$22\;1$	$21\;52$	$21\;40$ -
$n : b$	$530 : 010 =$	$69\;39$	$68\;15$	$69\;0$ -
$q : b$	$210 : 010 =$	$72\;50$	$73\;5$	$72\;48$ -
$k : b$	$310 : 010 =$	$78\;6$	$78\;6$	$77\;57$ -

Die Pyramide z Miller's wird nach meinem Axenverhältniss berechnet zu $6\breve{P}6\,(161)$.

$z : b$	$161 : 010 =$	$28^0\,51'$	$27^0\,52'$ M.

Digitized by Google

Die Krystallformen des Zoisit waren früher ziemlich unvollständig bekannt: von Endflächen waren nur zwei (erst als monosymmetrisch, später als rhombisch hemiëdrisch aufgefasste) Pyramiden von Miller und Brooke beobachtet, ferner hatte Des Cloizeaux ein Doma »avec des facettes raboteuses« erwähnt. Dana führt in der 5. Ausgabe seiner Mineralogie mehrere Domen und Pyramiden an, ohne die für die Berechnung derselben zu Grunde liegenden Messungen zu publiciren. Sein Axenverhältniss: $a : b : c = 0{,}616808 : 1 : 0{,}708897$ scheint aus Des Cloizeaux's Messung $m : b = 58^0\,20'$ und einer eigenen Messung $i\text{-}\breve{i} : 1\text{-}\breve{i}$ (= 010 : 021 nach meinem Axenverhältniss) $= 54^0\,40'$ berechnet zu sein. Es stimmt mit dem aus meinen Messungen abgeleiteten ziemlich überein, wenn die c-Axe halbirt wird, also: $0{,}618808 : 1 : 0{,}354448$; seine Messungen scheinen an einem einzelnen Krystall, dessen Flächen unregelmässig ausgebildet und zum Theil »somewhat rounded« waren, ausgeführt.

Die oben beschriebenen Krystalle scheinen also unseren Kenntnissen von dem Zoisit eine Erweiterung zu geben. Dieselben waren alle vollständig symmetrisch ausgebildet; bemerkenswerth ist es jedoch, dass in der vertikalen Zone auffallend häufig, obwohl keineswegs immer, mehrere Prismen nur einseitig, bald auf der einen bald auf der anderen Seite auftreten. Ebenso verdient es bemerkt zu werden, dass die Differenzen in den Messungen selbst bei scharf spiegelnden Flächen ziemlich bedeutend waren. Im Ganzen wurden 10 Krystalle gemessen. Einer der besten ist Fig. 10 dargestellt.

Die optischen Verhältnisse, die früher von Des Cloizeaux untersucht sind, liessen sich wegen der zahlreichen durchsetzenden Risse und Sprünge an dem mir zu Gebote stehenden kleinen Material einer einzigen Stufe nicht genauer bestimmen.

5. Ueber die Krystallform des Kjerulfin.

Im Jahre 1872 wurde bei Havredal, Kirchspiel Bamle, Norwegen, ein eigenthümliches Magnesiumphosphat von Herrn Rode im Porsgrunde entdeckt und von demselben zu Ehren des norwegischen Geologen Professor Th. Kjerulf »Kjerulfin« genannt. Das neue Mineral wurde bald von mehreren Forschern für eine Varietät des Wagnerit erklärt, während Andere die Selbständigkeit der als neu aufgestellten Species zu behaupten versuchten. Einerseits wurde die Uebereinstimmung der chemischen Zusammensetzung beider, andererseits möglicherweise vorhandene Abweichung in Krystallform, die verschiedene Spaltbarkeit und Schmelzbarkeit als entscheidend angenommen. Das Mineral kam auf oben erwähntem Vorkommnisse, — welches seinen geologischen Verhältnissen nach mit den in derselben Gegend so häufig auftretenden apatitführenden Gängen zusammengestellt werden muss, — in zwei verschiedenen Varietäten vor:

Digitized by Google

eine fleischrothe und eine weingelbe frischere Varietät, die letztere auch in unvollkommenen Krystallen, die des schlechten Materials wegen fälschlich als rhombisch gedeutet wurden. Ausserdem war von Ødegården eine grüne derbe Varietät bekannt. Im Jahre 1877 wurde in der Nähe des früher bekannten ein neues Vorkommen, diesmal von besser ausgebildeten Krystallen, entdeckt. Herr H. H. Reusch hat über die geologischen Verhältnisse dieser neuen Lokalität gefälligst Folgendes mitgetheilt:

»Die Krystalle des Kjerulfin kommen bei Nedre-Havredal, Kirchspiel Bamle, vor. Man hat hier zum Ausbeuten dieses Minerals eine nicht ganz unbedeutende Grubenarbeit ausgeführt. An der Tagesöffnung der Grube — welche etwas in der Höhe am Seitenabhang eines Thälchen nahe am Hofe Havredal belegen ist — besteht die Gangmasse aus einer fein- oder grobkörnigen Mischung eines dem sogenannten Tschermakit ähnlichen Feldspaths und Quarz, hie und da mit feinkörnigem Enstatit, welcher bisweilen überwiegend auftritt, und dann ein leicht zerfallendes Ganggestein bildet. Stellenweise ist auch Titaneisen in Krystallen und individualisirten, bis $^1/_2$ Fuss grossen, Massen eingemischt, endlich Kjerulfin in kleineren oder grösseren Massen. Gegen Titaneisen und Quarz, weniger gut ausgebildet gegen Enstatit, kommt der Kjerulfin in Krystallen vor. Die Gangmasse lässt sich ungefähr 100 Meter über die ziemlich bedeckte Thalwand verfolgen. In der Nähe ein »dem gefleckten Gabbro« Ødegårdens ähnliches Gestein.«

Die von diesem neuen Vorkommnisse herstammenden Krystalle sind zum Theil von bedeutender Grösse; einige müssen, nach Bruchstücken zu schliessen, mehrere Decimeter lang gewesen sein. Die besten von mir untersuchten Krystalle waren 1—2 Zoll gross. Sie erscheinen durchgehend prismatisch ausgezogen, wenn ganz, ungefähr 2—3 mal länger, als breit. Die Flächen sind selbst an den kleineren Krystallen, obwohl sehr eben, immer matt, desshalb nur mit dem Anlegegoniometer oder mittelst angeklebter Glasblättchen mit dem Reflexionsgoniometer messbar. Schon die ersten Messungen zeigten eine bedeutende Uebereinstimmung mit den vorhandenen Messungen von Wagnerit. Von dem aus Brooke und Miller's Messungen abgeleiteten Axenverhältniss des Wagnerit ausgehend, erhält man für die an dem Kjerulfin auftretenden Formen folgende Zeichen:

Prismen:

$m = \infty P (110)$; $g = \infty P 2 (120)$; $h = \infty P \frac{3}{2} (320)$
$\mu = \infty P \frac{9}{8} 890 (?)$; $\lambda = \infty P \frac{3}{2} (230)$; $\nu = \infty P \frac{7}{4} (470)$
$\delta = \infty P \frac{5}{2} (250)$; $\gamma = \infty P 4 (140)$;
$e = 2 P \infty (021)$; $k = \frac{1}{4} P \infty (054) (?)$.

Flächenpaare:

$c = o P (001)$; $w = P \infty (\bar{1}01)$; $y = 2 P \infty (\bar{2}01)$; $q = 3 P \infty (\bar{3}01)$
$a = \infty P \infty (100)$; $\pi = -P \infty (101)$; $b = \infty P \infty (010)$.

Digitized by Google

Hemipyramiden:

$u = 2P(\bar{2}21)$; $i = \frac{1}{2}P2(\bar{1}22)$; $v = -\frac{1}{2}P2(122)$, ausserdem $\xi = 3\breve{P}6(\bar{1}62)$ und $\psi = 6\breve{P}3(\bar{2}61)$ beide weniger zuverlässig bestimmt.

$$a : b : c = 0{,}95694 : 1 : 0{,}75267 \text{ (B. u. M.)}$$
$$\beta = 71^0\,53'.$$

		Berechnet:	Gemessen:
$g' : g$	$120 : \bar{1}20$	$57^0\,35'$	58^0—$58^0\,25'$
$m' : m$	$110 : \bar{1}10$	$95\ 26$	—
$h : a$	$320 : 100$	$31\ 14$	$30\ 30$
$\mu : g'$	$890 : 1\bar{2}0$	$73\ 10$	73
$\lambda : b$	$230 : 010$	$36\ 17$	$35\ 30$
$\nu : \nu'$	$470 : \bar{4}70$	$64\ 17$	$63\frac{1}{2}$—64
$\delta : b$	$250 : 010$	$23\ 56$	24
$\gamma : b$	$140 : 010$	$15\ 22$	$15\ 30$
$e : e'$	$021 : 0\bar{2}1$	$110\ 6\frac{1}{2}$	$110\ 6$—112
$k : e$	$054 : 021$	$13\ 15$	$13\ 30$
$w : a$	$\bar{1}01 : \bar{1}00$	$63\ 25$	$62\ 12$
$w : c$	$\bar{1}01 : 001$	$44\ 42$	$46\ 24$
$y : a$	$\bar{2}01 : \bar{1}00$	$36\ 59$	37
$q : c$	$\bar{3}01 : 001$	$96\ 46$	97
$i : i'$	$\bar{1}22 : \bar{1}\bar{2}2$	$73\ 44$	$72\ 30$
$i : w$	$\bar{1}22 : \bar{1}01$	$41\ 57$	$41\ 17$
$v : v'$	$122 : 1\bar{2}2$	$62\ 19\frac{1}{2}$	—
$v : c$	$122 : 001$	$35\ 43$	ung. 33
$v : e$	$122 : 021$	$87\ 39$	$86\ 34$
$u : u$	$\bar{2}21 : \bar{2}\bar{2}1$	$84\ 18$	—

π ist aus den Zonen $e : v$ und $c : a$ zu $-\frac{1}{2}P\infty(101)$ bestimmt. Ebenso u aus den Zonen $y : b$ und $w : g$ zu $2P(\bar{2}21)$; ξ aus $e : g$ und $i : b$ zu $3\breve{P}6$ $(\bar{1}62)$ und ψ aus $e : g$ und $y : u$ zu $6\breve{P}3(\bar{2}61)$. Ich muss aber hinzufügen, dass die Zonenbestimmung selbst, weil nicht durch Flammen, die von den den Flächen selbst, sondern von Glasplatten, reflectirt wurden, bestimmt, weniger zuverlässig ist.

Die Krystalle scheinen sehr stark zum Verwittern geneigt zu sein, indem die meisten bereits fast vollständig in eine weisse undurchsichtige Substanz verändert sind. Einige wenige sind jedoch nur von weissen Adern durchsetzt, sonst schön durchsichtig, von dunkelweingelber Farbe: ein Paar von diesen wurden für die optische Untersuchung geopfert.

Die optische Axenebene wie bei dem Wagnerit die Symmetrieebene. »Dispersion inclinée.« Optisch negativ. $\varrho > v$. Eine sehr genau zu der spitzen Bissectrix senkrecht geschliffene Platte zeigte für weisses Licht:

Digitized by Google

$2E = 60^0\ 20'$ $2H_a = 39^0\ 16\frac{1}{2}'$

Eine $\perp$ zur zweiten Mittellinie geschliffene Platte gab: $2H_0 = 167^0\ 28'$*)

$2V_a = 37^0\ 22'$.

Die erste Platte gab ferner:

	Li	*Na*	*Tl*
$2E$ =	$60^0\ 21'$	$59^0\ 30'$	$58^0\ 23'$
$2H_a$ =	$40\ \ 9$	$39\ 41$	$39\ 26$; daraus und aus $2H_0$ für *Na*:
$2V_a$ =		$37\ 49$	
β =		1,5313.	

Die spitze Bissectrix bildet mit der krystallographischen Vertikalaxe einen Winkel von ungefähr $21^0\ 30'$ (bei dem Wagnerit nach Des Cloizeaux beinahe parallel dieser Axe) und tritt in dem spitzen Winkel zwischen *a* und *c* aus. Da der halbe wahre Axenwinkel $18^0\ 41'$ beträgt, ist die eine optische Axe also ungefähr parallel mit der Vertikalaxe. Eine in parallelem Licht zwischen gekreuzten Nicols betrachtete ungefähr senkrecht zu der krystallographischen Vertikalaxe geschliffene Platte würde also bei einer vollen Drehung von 360° immer dunkel bleiben, könnte also in Verbindung mit dem häufigen Alleinauftreten von $\infty P2$ (120) und $\infty P\infty$ (100), welche ringsum Winkel von ungefähr 60° bilden, zu dem Irrthum führen, dass der Kjerulfin hexagonal wäre.

Die Auslöschungsrichtungen der senkrecht zu der stumpfen Bissectrix geschliffenen Platte waren den Diagonalen derselben parallel, also, innerhalb der Genauigkeit der Ablesung, keine Abweichung, welche auf das asymmetrische Krystallsystem hinweisen könnte, zeigend.

Wie aus dem Flächenverzeichniss zu sehen, sind ziemlich viele der betrachteten Formen an dem Wagnerit nicht bekannt. In wie weit das Axenverhältniss des Kjerulfin von demjenigen des Wagnerit abweicht, lässt sich aus den Messungen nicht bestimmen, weil diese sich gar nicht mit Genauigkeit ausführen liessen. Die drei besten Krystalle, sämmtlich dem Herrn T. Dahll angehörig, sind in den Fig. 11, 11a, 15, 15a, 16, 16a, Taf. XII abgebildet; die Horizontalprojectionen sind ungefähr in natürlicher Grösse ausgeführt und entsprechen (ebenso wie die in der üblichen Vertikalstellung gezeichneten) ungefähr der vorhandenen relativen Ausbildung der Flächen**). Die Fig. 12, 13 und 14 sind Horizontalprojectionen (die erste in halber, die beiden anderen in natürlicher Grösse) dreier Herrn Reusch angehörigen Krystalle. Fig. 17 giebt in einer sphärischen Pro-

*) Die letzte Platte erlaubte keine genaue Messung, was aber wegen der Grösse des stumpfen Axenwinkels den Werth des wahren Axenwinkels relativ weniger beeinflusst.

**) An dem Fig. 16 und 16a abgebildeten Krystall tritt überwiegend nicht wie an der Zeichnung das Prisma *g*, sondern ein nahestehendes unbestimmbares Prisma auf.

Digitized by Google

jection eine Uebersicht aller beobachteten Formen. Sämmtliche Krystalle sind auffallend unregelmässig ausgebildet, indem sowohl in der vertikalen Zone als am Ende die verschiedenen Formen zum Theil unvollzählig, zum Theil nicht mit gleichmässiger Flächenausdehnung auftreten. Ob diese Unabhängigkeit der einzelnen Flächen nur anscheinend, also zufällig, oder in einer aus der fehlenden Symmetrie des asymmetrischen Krystallsystems folgenden Gesetzmässigkeit seinen Grund hat, konnte weder durch Messung noch durch optische Untersuchung mit Bestimmtheit endgültig entschieden werden. In den sehr wechselnden Typen und Combinationen treten namentlich $\infty \breve{P} 2$ (120) und am Ende $2 \breve{P} \infty$ (021) überwiegend auf.

In wie fern der Kjerulfin mit dem Wagnerit identisch ist, oder nicht, lässt sich durch die krystallographisch-optische Untersuchung nicht entscheiden; es muss diese Frage durch die chemische Analyse gelöst werden. Die vorläufige Analyse des Herrn T. Dahll, welcher auch das wesentliche Material für die obenstehende Untersuchung gesammelt und freundlichst zu meiner Verfügung gestellt hat, scheint dafür zu sprechen, dass der Kjerulfin auch in chemischer Beziehung nur als eine Varietät des Wagnerit aufzufassen wäre.

6. Natrolith von Aró (?).

Obwohl der Natrolith einer der häufigsten Zeolithe ist, scheinen gut messbare Krystalle desselben nur selten vorgekommen zu sein. Aus den Winkelangaben in grösseren mineralogischen Handbüchern, z. B. demjenigen von Des Cloizeaux, sieht man, dass die Messungen verschiedener Forscher, welche über den Natrolith Selbständiges publicirt haben, selbst für dieselben Varietäten erheblich differiren; so variiren z. B. bei dem erwähnten Verfasser die Werthe derjenigen Winkel, welche für die Berechnung der übrigen Formen zu Grunde liegen: $\infty P : \infty P$ (110 : $1\bar{1}0$) von 89° 6′ (Kenngott) bis 88° 25′ (G. Rose) und für $\infty P : P$ (110 : 111) von 63° 40′ (Kenngott) bis 63° 4′ (Phillips).

Ein Paar im letzten Sommer für die Universitätssammlung erworbene Stufen mit ausgezeichneten Krystallen (wahrscheinlich von Aró, im Langesundsfjord), veranlassten mich desshalb zu untersuchen, ob diese vielleicht genauere Messungen als die früher bekannten gestatten würden. Es zeigte sich nun, dass die Winkel der Prismenzone wegen der stetigen Streifung der Flächen an diesen Krystallen keine befriedigende Uebereinstimmung der Messungen gaben; dasselbe zeigte sich an Krystallen der übrigen in der Sammlung vorhandenen Fundorte. Dagegen waren an einigen Krystallen der oben erwähnten Lokalität (es wurden ungefähr 10 durchgemessen) die Flächen der Pyramiden vorzüglich messbar. Die Messungen der Pyramide P(111) an vier der besten Krystalle (unten angeführt) wurden also als Fundamentalwerthe für die Berechnung angenommen; es zeigte sich

Digitized by Google

nun eine recht befriedigende Uebereinstimmung der gemessenen und der berechneten Winkel. Der Winkel des Prisma $\infty P(110)$ wurde an einem grossen ausgezeichneten Krystall unbekannter Lokalität (ohne Zweifel Stokó in Langesundsfjord) mit Hülfe von Spaltungsflächen mit grosser Genauigkeit bestimmt.

$p : p\ (111 : 1\bar{1}1) = 36^0\ 44'$
$36\ 48$
$36\ 48$
$36\ 49$
M. $= 36^0\ 47'\ 30''$.

$p : p\ (111 : \bar{1}11) = 37^0\ 39'$
$37\ 33\frac{1}{2}$
$37\ 39$
$37\ 40$
M. $= 37^0\ 37'\ 45''$.

Das aus diesen Messungen berechnete Axenverhältniss ist:

$$a : b : c = 0{,}97856 : 1 : 0{,}353628.$$

Die an dem Natrolith von Aró (?) vorkommenden Formen erhalten, auf dieses Axenverhältniss bezogen, folgende Zeichen (s. Fig. 9, Taf. XI):

$p = P(111)$; $z = \bar{P}\frac{21}{10}(21.20.21.)$.
$m = \infty P(110)$; $l = \infty\bar{P}6(610)$; $a = \infty\bar{P}\infty(100)$; $b = \infty\breve{P}\infty(010)$.

	Berechnet:	Gemessen:
$p : m = (111 : 110)$	$= 63^0\ 10'\ 34''$	$(63^0\ 19')$
		$63\ 11$
		$63\ 9$
		$63\ 9$
$z : z = (21.20.21 : 21.\bar{2}\bar{0}.21)$	$= 35\ 9$	$35\ 10$
$z : m = (21.20.21 : 110)$	$= 63\ 43\ 11$	$63\ 49$
$z : p = (21.20.21 . 111)$	$= 0\ 49\ 15$	$0\ 48$
$m : m = (110 : 1\bar{1}0)$	$= 88\ 45\ 30$	ung. 89 *)
$l : a = (610 : 100)$	$= 18\ 31\ 30$	- $17\ 30$.

G. Rose's Form y ist aus dem obigen Axenverhältniss zu $3\breve{P}3(131)$, Phillips' Form x zu $\bar{P}\frac{11}{10}(11.10.11)$ berechnet.

$y : y\ (131 : 1\bar{3}1)$	$= 89^0\ 52'$	$89^0\ 54'$ (*R.*)
$x : x\ (11.10.11 : 11.\bar{1}\bar{0}.11)$	$= 33\ 38\ 30''$	$33\ 37$ (*P.*).

Spaltbarkeit $\parallel m$ sehr vollkommen. Ausserdem konnte ich an dem grossen Krystall von Stokó (?) eine nicht vollkommene Spaltbarkeit $\parallel b$ beobachten; diese Trennungsfläche ist wahrscheinlich keine eigentliche Spal-

*) An dem erwähnten grossen Krystall (von Stokó?) sehr genau $88^0\ 50'\ 50''$, an mehreren Spaltungsprismen übereinstimmend.

Digitized by Google

tungsfläche, sondern eine Gleitfläche, indem eine Spaltung nach dieser Richtung nur sehr schwierig und ganz unvollkommen zu erreichen war, während, an einzelnen Stellen in dem Krystall sehr vollkommen, schön spiegelnde Trennungsebenen nach diesem Pinakoid vorhanden waren.

Die optische Axenebene ist wie von Des Cloizeaux angegeben $= b(\infty \breve{P} \infty)$, die spitze Bissectrix $\parallel$ der krystallographischen Vertikalaxe. Der Natrolith ist optisch positiv. An dem grossen Krystall von Stokó (?) wurde gemessen:

	$2H_a$	$2H_o$		$2V$
Li	$= 62^0\ 31'$	$119^0\ 35\frac{1}{2}'$	Daraus:	$61^0\ 56'$
Na	$= 62\ \ 44$	$119\ \ \ 4$		$62\ \ 15$
Tl	$= 63\ \ \frac{1}{2}$	$118\ \ 37$		$62\ \ 34.$

Aus demselben Krystall wurden zwei Prismen zur Bestimmung der Brechungsexponenten geschliffen; mittelst des einen (eine Prismenfläche und das Brachypinakoid angeschliffen, Abweichung der letzteren Fläche von der richtigen Lage in der Vertikalzone $0^0\ 5'$) wurde gefunden:

	α
Li	1,47287
Na	1,47543
Tl	1,47801

mit dem anderen (mit angeschliffenem Makropinakoid, dessen Abweichung von der richtigen Lage in der Vertikalzone $0^0\ 3'$ betrug):

	β
Li	1,47631
Na	1,47897
Tl	1,48172

Ein drittes Prisma wurde (mit einem Zonenfehler $= 0^0\ 5'$) für die Bestimmung von γ aus einem grossen Krystall, ohne Zweifel von derselben Lokalität Stokó (?), von Herrn D. Cappelen geschliffen:

Daraus:

	γ
Na	$= 1{,}48866$
Tl	$= 1{,}49181$

Aus diesen zwei Werthen berechnete ich γ für

$$Li = 1{,}48534$$

Aus den obigen Werthen berechnet sich:

	$2V$
Li	$= 61^0\ \ 3'$
Na	$= 62\ \ \ 9\ 40''$
Tl	$= 62\ \ 19.$

Digitized by Google

Eine genauere Beschreibung dieses, sowie der anderen norwegischen Vorkommnisse von Natrolith muss einer späteren Gelegenheit vorbehalten bleiben.

7. Ueber Aeschynit von Hitterö, nebst einigen Bemerkungen über die Krystallform des Euxenit und des Polykras.

Im Sommer 1878 wurden von Herrn H. H. Reusch auf einem der bekannten mineralienführenden Pegmatitgänge auf Hitterö (Lok. »Urstad«) einige schöne Krystalle von einem euxenitähnlichen Mineral gesammelt und mir freundlichst zur Untersuchung übergeben; da gleichzeitig auch von Herrn Puntervold mehrere schöne, kleinere Krystalle dem Mineralienkabinet geschenkt wurden, lag mir ein ziemlich genügendes Material vor.

Die orientirenden Messungen zeigten bald, dass in krystallographischer Beziehung keine Aehnlichkeit mit dem »Euxenit«, sondern mit dem für Norwegen neuen, von Miask bekannten Mineral »Aeschynit« stattfand. Das Mineral muss also entweder Aeschynit oder eine mit Aeschynit isomorphe Substanz sein, was allein durch eine genaue chemische Analyse zu entscheiden ist.

Obwohl die an den Hitteröer Krystallen auftretenden Combinationen meistens nur aus den früher von den Miasker Krystallen bekannten Flächen bestehen, sind sie doch in ihren Typen von diesen letzteren etwas verschieden. Sie sind nämlich durchgehends nach einem Pinakoid (nach der üblichen Stellung $b = (010)\,\infty\breve{P}\infty$), dessen Flächen immer horizontal gestreift sind, breit tafelförmig, ausserdem aus $c = oP\,(001)$, $n = \infty\breve{P}3\,(130)$ [neu], $m = \infty P\,(110)$ und noch einem oder zwei nicht genau bestimmbaren Prismen, ferner aus $x = 2\breve{P}\infty\,(021)$, $p = P(111)$, und $d = \bar{P}\infty(101)$ [neu] bestehend. Die Form der grösseren Krystalle, welche zum Theil von ansehnlichen Dimensionen sind (nach Bruchstücken zu schliessen, müssen mehrere fast von Faustgrösse gewesen sein), erscheint im Allgemeinen als die dicker, breiter Tafeln, gebildet von $\infty\breve{P}\infty\,(010)$, $oP\,(001)$, an den Seiten von $\infty\breve{P}3\,(130)$ zugeschärft, bisweilen auch an den Kanten $oP : \infty\breve{P}\infty\,(001 : 010)$ mit schmaler Abstumpfung von $2\breve{P}\infty\,(021)$ (siehe Fig. 18, welche einen Krystall dieses Typus in natürlicher Grösse darstellt). Kleinere Krystalle zeigen daneben häufig Flächen von $P(111)$ und $\infty P(110)$, selten auch $\bar{P}\infty\,(101)$, wobei die Flächen von $2\breve{P}\infty\,(021)$ gewöhnlich grösser ausgebildet sind (Fig. 19). Ein Paar dieser kleinen Krystalle (von $^1/_4$—1 cm Grösse) gaben schwache, aber deutliche Reflexe, welche bei der genügenden Ebenheit einiger Flächen den Gebrauch des Reflexionsgoniometers gestatteten. Für die Berechnung wurden folgende Messungen benützt:

$$m : p\ (110 : 111) = 32^0\,50'$$
$$p : p\ (111 : 1\bar{1}1) = 42\ 46$$

Digitized by Google

Es berechnet sich daraus das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}4816 : 1 : 0{,}6725\ ^*).$$

		Berechnet:	Gemessen:	Aeschynit nach v. Kokscharow:
$c : x$	(001 : 021)	53° 22′	—	—
$x : b$	(021 : 010)	36 38	36° 35′	36° 35′
$x : x$	(021 : 0$\bar{2}$1)	106 44	—	106 50
$d : a$	(101 : 100)	35 36½	—	—
$d : d$	(101 : $\bar{1}$01)	108 47	—	—
$p : p$	(111 : 1$\bar{1}$1)	*42 46	*42 46	43 3½
$p : p$	(111 : $\bar{1}$11)	98 24	—	—
$p : m$	(111 : 110)	*32 50	*32 50	33 0
$m : m$	(1$\bar{1}$0 : 110)	54 26	—	54 54
$m : b$	(110 : 010)	64 17	(65 32)	64 3
$n : n$	(1$\bar{3}$0 : 130)	110 37½	(109 32)	—

Die mit dem Anlegegoniometer erhaltenen Messungen konnten nicht berücksichtigt werden. Die Krystalle sind in Schmelzbarkeit (fast unschmelzbar), Farbe, Strich (braun), Glanz, Bruch, Gewicht (= 4,93), Härte (= 5—6) etc. kaum von Euxenit, wofür sie anfangs gehalten wurden, zu unterscheiden. Spaltbarkeit konnte ich nicht wahrnehmen. Die Oberfläche der Krystalle ist zum Theil rein schwarz, zum Theil mit einem gelbbraunen Ueberzug bedeckt, die Flächen sind ziemlich eben. Die verschiedenen Typen des Aeschynit von Hitterö unterscheiden sich von den russischen Krystallen dadurch, dass die ersteren immer nach $\infty\breve{P}\infty$ (010) tafelartig sind, während die Krystalle von Miask primatisch sind, ferner durch die grössere Ausbildung von oP(001), durch das Vorherrschen des Prisma $\infty\breve{P}3$(130), welches an den Miasker Krystallen kaum bekannt ist (diese zeigen dagegen überwiegend ∞P(110) mit $\infty\breve{P}2$ (120) in der prismatischen Zone ausgebildet), und endlich durch eine kaum fehlende horizontale Streifung an $\infty\breve{P}\infty$ (010), während die Krystalle von Miask als auf den Flächen der Vertikalzone vertikal gestreift beschrieben werden.

Aus der früheren Anschauung über die chemische Zusammensetzung des Euxenit folgt, wie z. B. von Hermann hervorgehoben wurde, dass derselbe vielleicht mit Aeschynit isomorph wäre. Von dem Euxenit liegen jedoch trotz der im Allgemeinen schlechten Beschaffenheit seiner Flächen

*) Der Aeschynit nach früheren Autoren:

Des Cloizeaux $a : b : c = 0{,}47698 : 1 : 0{,}66352$
G. Rose $= 0{,}49513 : 1 : 0{,}66877$
v. Kokscharow $= 0{,}48643 : 1 : 0{,}67365$

S. Kokscharow, Mater. z. Min. Russl. 8, 392. Die Messungen des Letzteren sind mit dem Reflexionsgoniometer, aber, wie er selbst angiebt, an schlecht spiegelnden Krystallen angestellt.

Digitized by Google

so gut übereinstimmende Messungen vor, dass wir diese Vermuthung mit grosser Wahrscheinlichkeit abweisen dürfen.

Wenn wir von den vorhandenen Messungen nur diejenigen von P. Groth*) und einige unveröffentlichte Messungen von Th. Kjerulf**) berücksichtigen, erhalten wir für den Euxenit:

		Groth:	Kjerulf:
$P : P$	$(111 : 1\bar{1}1)$	(25° ber.)	—
$P : P$	$(111 : \bar{1}11)$	78° 30′	77° 28′
		(77 2 ber.)	
$2\bar{P}\infty : 2\bar{P}\infty$	$(201 : \bar{2}01)$	118	—
$2\bar{P}\infty : \infty\bar{P}\infty$	$(201 : 100)$	(31 ber.)	30 30
$\infty P : \infty P$	$(110 : 1\bar{1}0)$	40	39 30

$$a : b : c = 0{,}364 : 1 : 0{,}303 \text{ (Groth)}.$$

Die Uebereinstimmung dieser ganz unabhängigen Messungen unter einander und mit den früheren Messungen Breithaupt's ist so befriedigend, dass wir bei einem Versuche, die Formen des Euxenit aus dem Axenverhältniss des Aeschynit abzuleiten, keine allzu grossen Abweichungen zwischen den berechneten und den gefundenen Werthen erlauben können. Wird in dem Axenverhältniss des Aeschynit nach v. Kokscharow die Axe a mit $^4/_3$, die Axe c mit 2 dividirt, so erhalten wir:

$$a : b : c = 0{,}3643 : 1 : 0{,}3368.$$

Die Formen des Euxenit, auf das Axenverhältniss des Aeschynit bezogen, würden sich dann als $\frac{3}{4}\bar{P}\frac{4}{3}$ (436), $\frac{4}{3}\bar{P}\infty$ (403), $\infty\bar{P}\frac{4}{3}$ (430), $\infty\bar{P}\infty$ (100), $\infty\breve{P}\infty$ (010) ergeben. Nach diesem, vom Aeschynit abgeleiteten Axenverhältniss würden aber die Winkel der Euxenitformen:

$(111 : 1\bar{1}1)$	=	27° 47′	anstatt	25° (Groth)
$(111 : \bar{1}11)$	=	82 26	-	c. 77—78°
$(201 : \bar{2}01)$	=	123 11	-	118° (Gr.)
$(201 : 100)$	=	28 24	-	30° 30′ (Kj.)
$(110 : 1\bar{1}0)$	=	40 2	-	40 (Gr.).

Die Abweichungen betragen hier zum Theil mehr als 5°, was, wenn zugleich berücksichtigt wird, dass ausser den Pinakoiden keine einzige Form dem Euxenit und dem Aeschynit gemeinsam ist, für die Erklärung beider Substanzen als isomorph unzulässig scheint***).

Der Euxenit kommt in ausgebildeten Krystallen an mehreren Punkten

*) »Die Mineraliensammlung der Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg.« 1878. S. 255.

**) Mit seiner Erlaubniss mitgetheilt nach Notizen, die auf den Etiketten einiger im Universitäts-Mineralienkabinet zu Kristiania befindlicher, mittelst angeklebter Glimmerblättchen gemessener Euxenitkrystalle beigefügt sind (vom Jahre 1870).

***) Wenn nicht das Prisma von 54° Dahll vielleicht eine dem Grundprisma des Aeschynit entsprechende Form wäre (?).

Digitized by Google

bei Arendal, z. B. Alve und Möreſjar, auf den wegen ihrer seltenen Mineralien bekannten »Arendaler Gängen«, grobkörnigen Pegmatitgängen, vor. Die in unserem Universitätsmineralienkabinet vorhandenen Exemplare zeigen im Allgemeinen den Fig. 22 abgebildeten Typus. Fig. 25 ist die von Groth beschriebene Combination (l. c. Taf. VI, Fig. 69). Die Euxenitkrystalle sind durchgehends kurzprismatisch, ungefähr ebenso dick wie breit, oder dick tafelförmig nach $\infty \breve{P} \infty$ (010), die Flächen oft gewölbt und uneben mit einer dünnen, matten, gelbbraunen oder grünlich-grauen Haut überzogen. Diese Krystalle, die ganz und mit einigermaassen gut ausgebildeten Endflächen überhaupt nur schwierig zu erhalten sind, führen jedenfalls jetzt den Namen Euxenit; ob dieselben auch wirklich mit dem ursprünglichen Euxenit Scheerer's (von Jolster) identisch sind, dürfte zweifelhaft sein. Wenn man Weibye's Beschreibung Zutrauen schenken kann*), kommt möglicherweise bei Arendal auch ein dem Euxenit ähnliches, aber monosymmetrisches Mineral auf denselben Gängen vor; die Trennung und das entscheidende Wort kommt der chemischen Analyse zu.

Bei dem Versuch, das Axenverhältniss des Euxenit aus demjenigen des Aeschynit abzuleiten, haben wir gesehen, dass die a-Axen beider Mineralien sich ziemlich genau wie $\frac{3}{4} : 1$ verhalten. Dasselbe findet nun, — wenn die Scheerer'schen Messungen zuverlässig sind, — auch zwischen dem Aeschynit und dem Polykras statt; der letztere besitzt aber ausserdem eine c-Axe, welche zur c-Axe des Aeschynit ungefähr in dem einfachen Verhältniss 1 : 2 steht. Das oben versuchsweise abgeleitete Axenverhältniss $a : b : c = 0{,}3643 : 1 : 0{,}3368$ (1) stimmt nämlich ziemlich nahe mit dem nach Scheerer angenommenen Axenverhältniss des Polykras $a : b : c = 0{,}3638 : 1 : 0{,}3422$ überein.

Aus dem Axenverhältniss (1) berechnet sich:

	Berechnet:	Polykras nach Scheerer:**)
$(111 : 1\bar{1}1)$	$= 27^0\ 47'$	28^0
$(111 : \bar{1}11)$	$= 82^0\ 26'$	$(83^0\ 20'$ ber.)
$(201 : 100)$	$= 28^0\ 24'$	28^0
$(110 : 1\bar{1}0)$	$= 40^0\ 2'$	40^0

*) P. C. Weibye: »Zur Kenntniss norwegischer Mineralien«. N. Jahrb. 1849. S. 781.

**) Ich habe versucht, durch eigene Messungen am Polykras Scheerer's Axenverhältniss zu controliren. Die Messungen des Letzteren sind nach seinen eigenen Angaben nur mit dem Anlegegoniometer ausgeführt; bedenkt man nun, dass die nicht sehr ebenflächigen Krystalle für solche Messungen sehr klein sind, so versteht sich von selbst, dass Scheerer's Axenverhältniss nur sehr ungenau sein kann. Ich konnte unter dem grossen Material des Mineralienkabinets, welches mir durch die Liberalität des Direktors, Prof. Th. Kjerulf, zu Gebote stand, nur einen Krystall finden, welcher so glatte, ebene Flächen zeigte, dass dieselben nach leichter Abpolirung mit russischem Leder genügende

Digitized by Google

Untersuchen wir nun die krystallographischen Beziehungen zwischen dem Euxenit und dem Polykras, so finden wir folgende Aehnlichkeiten: Die Verticalzone beider, also das Verhältniss der Axen $a : b$ ist gemeinsam (die a-Axe also $= \frac{1}{4}$ der a-Axe bei dem Aeschynit). Die an beiden Mineralien auftretenden Combinationen und Typen sind zum Theil ganz entsprechend.

Es ist hier nothwendig, auf die Combinationen des Polykras kurz einzugehen. Der ursprünglichen Beschreibung Scheerer's*) ist nicht viel Neues beizufügen. Im Allgemeinen enthalten die (»Rasvåg« etikettirten) Stufen der Pegmatitgänge den Polykras als lange linealähnliche Krystalle der Combination: $\infty \breve{P} \infty$ (010), ∞P (110) und P (111); häufig auch diese Flächen mit dem Doma $2 \bar{P} \infty$ (201) verbunden. Die Flächen von $\infty \bar{P} \infty$ (100) und $3 \breve{P} 3$ (131) sind verhältnissmässig seltener (s. Fig. 23). Das für diese Krystalle charakteristische ist ihre Linealform (s. Fig. 21). Diese Lineale können relativ sehr lang werden und sind dann häufig geknickt und gebogen (Fig. 26, natürliche Grösse) oder gewunden. Bemerkenswerth ist die fast nie fehlende vertikale Streifung des Pinakoid $\infty \breve{P} \infty$ (010), welche, wie es scheint, früher nicht bemerkt ist. Die Combination: 010, 110, 100, 201, 111, welche auch die gewöhnliche Combination des Euxenit ist, kommt bisweilen mit ganz euxenitähnlicher Ausbildung vor (wie Fig. 22), also als kurze, dicke Krystalle, übrigens von dem Aussehen des Polykras und mit den Linealen zusammen. Der beste Krystall dieses Typus in dem Mineraliencabinet unserer Universität beträgt: Länge 8 mm, Br. $3^1/_2$ mm, Dicke $2^1/_2$ mm.

Ausserdem habe ich einen einzigen kleinen (nur 2—3 mm grossen) Krystall — mit den gewöhnlichen Linealen zusammen vorkommend — von dem Fig. 24 dargestellten Typus gefunden.

Reflexe für Messungen mit dem Reflexionsgoniometer gaben. Die Flammen waren ziemlich gut, obwohl etwas verwaschen.

Gemessen:

$P : \infty \breve{P} \infty$ (111 : 010) = 76° 56½′

$P : \quad P \quad$ (111 : $\bar{1}11$) = 81 29

woraus also folgt:

$$a : b : c = 0{,}34619 : 1 : 0{,}31243.$$

		Berechnet:	Scheerer:
$P : P$	(111 : $1\bar{1}1$)	26° 7′	28°
$\infty P : \infty P$	(110 : $1\bar{1}0$)	38 12	40
$2 \bar{P} \infty : \infty \bar{P} \infty$	(201 : 100)	28 59	28.

Man sieht, dass die Uebereinstimmung mit Scheerer's Messungen nur mangelhaft ist; weil sie nur an einem Krystall ausgeführt sind, wage ich meine Messungen nicht für entschieden besser zu halten.

*) Siehe z. B.: »Gaea norvegica.« 2. Heft 1844. Th. Scheerer, Ueber den Norit und die auf der Insel Hitterö in dieser Gebirgsart vorkommenden mineralienreichen Granitgänge.«

Digitized by Google

Ausser von Rasvåg auf Hitterö besitzt das Mineraliencabinet ziemlich grosse, früher nicht beschriebene Krystalle von Röstöl bei Arendal, von der Fig. 20 dargestellten Combination (natürliche Grösse); statt des gewöhnlichen Domas $2\bar{P}\infty$ (201) tritt hier das früher nicht beobachtete $q = 3\bar{P}\infty$ (301) auf. Diese Krystalle sind dicktafelförmig, wie der Euxenit mit einer gelbbraunen Haut überzogen, von Farbe, Glanz etc. vollständig euxenitähnlich, während der Polykras von Hitterö gewöhnlich auf der Oberfläche matt oder schwach glänzend schwarz ist mit einer Bruchfarbe, welche von derjenigen des Euxenit ein wenig verschiedene Nüance besitzt, und vielleicht von etwas schwächerem Glanz *).

Wir sehen also, dass zwischen dem Euxenit und dem Polykras eine nicht unbedeutende Aehnlichkeit stattfindet, obwohl diese beiden Mineralien ebensowenig nach den vorhandenen Messungen, wie nach den chemischen Analysen für isomorph gelten dürfen. Ferner ist es bemerkenswerth, dass bei dem in chemischer Beziehung wahrscheinlich nicht analog constituirten Aeschynit und Polykras die Axenverhältnisse beider eine nicht allzu complicirte Relation aufweisen, während bei dem möglicherweise analog constituirten Euxenit und Aeschynit eine geringere krystallographische Verwandtschaft stattzufinden scheint (nur für die Verticalzone beider lässt sich ein einigermassen einfaches Verhältniss $1 : \frac{1}{3}$ deduciren). Keine der drei Mineralien sind nach den jetzigen Begriffen isomorph. — Die genaueren Beziehungen der drei Mineralien können jedoch erst durch genauere chemische Analysen von Krystallen derselben festgestellt werden **).

*) Ich führe die Krystalle von Röstöl, obwohl mit Zweifel, doch deshalb als Polykras an, weil Kjerulf's Messungen (mittelst angeklebter Glimmerblättchen) $p : p = (111 : 1\bar{1}1) = 29^0\ 50'$ ergaben, einen Werth, der, obwohl wegen der schlechten Flächenbeschaffenheit nicht sehr genau, doch viel wahrscheinlicher mit dem Polykras, als mit dem Euxenit stimmt.

**) Analysen von derbem Material können vielleicht Irrthümer veranlassen, denn derb sind die erwähnten Mineralien einander zum Theil so vollständig gleich, dass selbst das geübteste Auge dieselben nicht unterscheiden könnte. Ich habe sogenannten Euxenit von Arendal gesehen, welcher derb absolut nicht von dem oben erwähnten Aeschynit von Hitterö zu unterscheiden ist. Möglicherweise kommt deshalb auch bei Arendal Aeschynit vor; oder möglicherweise ist der oben beschriebene Aeschynit von Hitterö kein ächter Aeschynit (jedenfalls aber ein mit diesem isomorphes Mineral). Trotz dieser Zweifel glaubte ich doch die obigen krystallographisch orientirenden Bemerkungen nicht zurückhalten zu sollen, weil eben in diesem Fall, wie so häufig, erst die richtige krystallographische Bestimmung des Materials den Chemiker vor Fehlern bewahren kann.

Digitized by Google

Nachschrift.

Zu dem Kjerulfin.

Als der Aufsatz über Kjerulfin schon fertig war, ist Pisani's Analyse veröffentlicht*), aus welcher hervorgeht, dass derselbe auch in chemischer Beziehung dem Wagnerit ganz nahe kommt.

Zu dem Natrolith.

Als dieser Aufsatz schon zum Druck abgesandt war, erhielt ich eine vorläufige Mittheilung über einen Natrolithkrystall aus der Auvergne (Sitzungsber. d. naturf. Ges. zu Halle. Sitzung vom 8. Febr. 1879) von Herrn Dr. Lüdecke. Weil seine Mittheilung ausdrücklich als vorläufig angeführt ist, und ich selbst die Flächenbeschaffenheit des Natrolith erst später ausführlicher behandeln werde, ist es genügend hier nur darauf aufmerksam zu machen, dass von den fünf von Herrn Lüdecke als der primären Pyramide angehörig angenommenen Flächen, wahrscheinlich nur die zwei linken derselben gehören, die zwei rechten dagegen einer der verschiedenen vicinalen Pyramiden (unter denen ich die oben erwähnte z bestimmen konnte) angehörig sind, während die zwei Flächen c und d in der That den zwei übrigen Flächen der primären Pyramide entsprechen dürften. Die nämlichen Unregelmässigkeiten der Flächenausbildung kommt auch an den Aröer Krystallen häufig vor; um in jedem einzelnen Falle festzustellen, mit welcher Pyramide man zu thun hat, bedarf es einer Controlmessung gegen die Prismenflächen, welche dann die dafür nöthige vollkommene Ausbildung haben müssen. Dass die von Herrn Lüdecke für die primäre Pyramide vorläufig angenommenen Werthe nicht die wahren sind, geht schon daraus hervor, dass das diesen Werthen entsprechende Prisma $87^0\ 6\frac{1}{2}'$ wird, was zu sehr von allen bekannten Messungen abweicht.

Zu dem Thomsonit.

Herr Des Cloizeaux hat mich freundlichst auf den folgenden Fehler in meinem Aufsatz über Thomsonit aufmerksam gemacht: die Fläche a' (Phillips) ist nicht wie von mir angegeben 203, sondern 705; denn die Neigung ist nicht gegen a (100), sondern gegen c (001) $= 55^0$.

*) S. am Schlusse dieses Heftes. — D. Red.

Digitized by Google

XXVII. Atakamit von Chili.

Von Demselben.

(Mit Taf. XI, Fig. 1—3.)

Der Atakamit wurde schon mehrmals, namentlich von Levy, Des Cloizeaux, v. Zepharovich, Guthe und Klein krystallographisch untersucht; die Resultate der bisher bekannten Messungen erweisen aber ziemlich bedeutende Differenzen. Der Winkel des Grundprismas $\infty P(110)$ ist z. B. an den Krystallen von Burraburra nach Guthe 67° 49′, während Klein bis zu 66° 50′ fand; $\breve{P}\infty(011)$ nach Levy 74° 20′, nach Klein 73° 51′—73° 46′.

Eine Suite von Stufen aus Chili, die 1862 dem hiesigen Mineralienkabinet geschenkt wurde, erlaubte aus den an mehreren Krystallen schön übereinstimmenden Messungen ein wahrscheinlich genaues Axenverhältniss zu berechnen. Diese Stufen bestehen wesentlich aus einem porösen erdartigen Rotheisenstein (mit einzelnen Quarzkörnern), durch seine ganze Masse mit kleinen, mit Atakamitkrystallen ausgekleideten Drusenräumen erfüllt; hie und da bilden auch wasserhelle Gypstafeln die Füllung der Hohlräume. Auch liegen Atakamitkrystalle in der Rotheisensteinmasse selbst dicht zerstreut. Die Hauptmasse der Krystalle ist nur schlecht ausgebildet, wie gewöhnlich mit stark gestreifter Vertikalzone, häufig wie zerfressen und mit ausgehöhlten Flächen, an Kanten und Ecken abgerundet: die Endflächen geben mit Ausnahme von $\breve{P}\infty(011)$ nur schlechte Flammen; diese Krystalle sind dunkelgrün, fast schwarz, undurchsichtig bis durchscheinend, 3—10 mm lang, nach $\infty\breve{P}\infty(010)$ tafelartig. Ausserdem kommen aber in einigen der kleinen Drusenräume ganz winzige Kryställchen von ausgezeichneter Ausbildung vor, trotz ihrer Kleinheit sehr genau messbar. Diese Kryställchen waren selten bis 3—4 mm lang, $^1/_2$—$1^1/_2$ mm breit, $^1/_5$—$^1/_2$ mm dick, mit schön grüner Farbe durchsichtig. Die Flächenbeschaffenheit ist ganz vorzüglich, namentlich sind die Endflächen schön blitzend. Die Flächen der Vertikalzone sind auch in einigen Fällen ganz fehlerfrei, namentlich erscheinen die Flächen von $\infty\breve{P}\infty(010)$, nach welchen die Krystalle tafelartig sind, vollkommen eben; die Prismenflächen

Digitized by Google

∞P (110) sind öfters schwach gerundet; doch bisweilen auch diese ganz tadellos.

Eine bedeutende Anzahl dieser kleinen Krystalle wurde gemessen; am Ende ist jedoch die Mehrzahl der Messungen nicht berücksichtigt worden, weil sehr häufig die Flächen trotz ihrer Vollkommenheit zu klein waren, um bei der für genaue Messungen nöthigen Entfernung der Flamme scharf sichtbare Bilder zu geben.

Es wurden nun folgende Combinationen beobachtet: $b = \infty\breve{P}\infty$ (010), $m = \infty P$ (110), $e = \breve{P}\infty$ (011). — b, m, e, $r = P$ (111), die häufigste Combination (Fig. 1, Taf. XI). — b, m, $s = \infty\breve{P}2$ (120), e, r, $u = \bar{P}\infty$ (101), $d = 2\bar{P}\infty$ (201), $c = oP$ (001), s. Fig. 2 ebenda. — b, m, s, $x = \infty\breve{P}4$ (140), e, $n = 2\breve{P}2$ (121), r (Fig. 3). — Noch eine Pyramide (wahrscheinlich $2\breve{P}4$[?]), trat an ein Paar Kryställchen auf, die Flächen waren aber zu klein, um zuverlässig bestimmt zu werden.

Für die Berechnung des Axenverhältnisses wurden die Messungen der Pyramide r (P, 111) zu Grunde gelegt.

$r : r = 111 : \bar{1}11 =$	$84^0\ 32'$	(I)
	84 32	(XI)
	$M. = 84\ 32$	
$r : r = 111 : 1\bar{1}1 =$	$52^0\ 51\frac{1}{2}'$	(I)
	$52\ 52\frac{1}{2}$	(II)
	$M. = 52\ 52.$	

Die für diese Mittelwerthe bestimmenden Messungen sind zwar nur an wenigen Krystallen ausgeführt, waren aber sehr gut. Ausserdem stimmt der Werth des Winkels $111 : \bar{1}11$ mit dem von Klein angegebenen überein; Klein's Messungen scheinen überhaupt die besten bisher vom Atakamit bekannten zu sein. Der andere Fundamentalwinkel $52^0\ 52'$ stimmt allerdings nicht mit Klein's Werth überein ($52^0\ 48'$ bester Werth, übrigens $52^0\ 52$—$52^0\ 48'$ gemessen); berechnet man aber aus Klein's Daten: $e : e$ ($011 : 0\bar{1}1$) $= 74^0\ 0'$ und $e : r$ ($011 : 111$) $= 42^0\ 15'$ den Winkel $r : r$ ($111 : 1\bar{1}1$), so erhält man $52^0\ 54\frac{1}{2}'$, einen Werth, der noch weniger mit seinem besten $52^0\ 48'$ übereinstimmt.

Aus obigen Daten erhält man das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}661862 : 1 : 0{,}753022^*).$$

---

*) Zum Vergleich:

Axenverhältniss von Levy:	$a : b : c = 0{,}67029 : 1 : 0{,}75803$
- - Zepharovich:	$= 0{,}66881 : 1 : 0{,}75058$
- - Des Cloizeaux:	$= 0{,}66129 : 1 : 0{,}73453$
- - C. Klein (aus den besten Werthen $111 : 1\bar{1}1 = 52^0\ 48'$ und $111 : 011 = 42^0\ 15'$ berechnet)	$= 0{,}66255 : 1 : 0{,}75855$

Digitized by Google

Daraus		berechnet:	gemessen:
$r : e$	$111 : 011 =$	$42^0\ 16'$	$42^0\ 16'$ (I) $42\ 16$ (XI)*)
$r : b$	$111 : 010 =$	$63\ 34$	$63\ 34\frac{1}{2}$ (I)
$n : b$	$121 : 010 =$	$45\ 8\ 41''$	$45\ 8\frac{1}{2}$ (III)
$n : n$	$121 : \bar{1}21 =$	$64\ 22\ 4$	—
$n : n$	$121 : 1\bar{2}1 =$	$89\ 42\ 38$	$89\ 43$ (III).
$u : u$	$101 : \bar{1}01 =$	$97^0\ 22'\ 21''$	— **)
$e : b$	$011 : 010 =$	$53\ 1\ 10$	$52^0\ 58\frac{1}{2}'$ (I) $53\ 2$ (II) $53\ 1$ (III) $53\ 0$ (VII) $52\ 59\frac{1}{2}$ (X) $52\ 59$ (XI) $53\ \frac{3}{4}$ (XII) M. $= 53^0\ 0'\ 6''$
$e : e$	$011 : 0\bar{1}1 =$	$73^0\ 57'\ 40''$	$74^0\ 1'$ (I) $73\ 58$ (II) $73\ 58\frac{1}{2}$ (III) $73\ 59$ (IX) $73\ 56$ (XII) M. $= 73^0\ 58'\ 30''$
$d : d$	$201 : \bar{2}01 =$	$132^0\ 33'\ 10''$	— ***)
$m : b$	$110 : 010 =$	$56\ 30\ 4$	$56^0\ 30'$ $56\ 31$ $56\ 29$ $56\ 31$ (I) $56\ 32$ (VI) M. $= 56^0\ 30'\ 36''$
$m : m$	$110 : \bar{1}10 =$	$66^0\ 59'\ 52''$	$66^0\ 59'$ (I) $66\ 59$ (VII)
$s : b$	$120 : 010 =$	$37\ 4\ 9$	$37\ 3\frac{1}{2}$ (VI)
$x : b$	$140 : 010 =$	$20\ 41\ 32$	$20\ 41$ (VI)

*) Klein's Werth $42^0\ 15'$ (Mittel) stimmt nicht mit dem gemessenen Winkel seiner Pyramide: $111 : \bar{1}11 = 84^0\ 32'$; dieser Werth würde dann $84^0\ 30'$ sein.

**) Des Cloizeaux's Prisma $\infty P (110) = 97^0\ 32'$, indem dieser Verfasser die Flächen von b ($\infty\breve{P}\infty$, 010) als Basis stellt.

***) Wegen der Kleinheit der Flächen nur annähernd messbar, an einem Krystall (V) $132^0\ 19\frac{1}{2}'$ gemessen; übrigens sicher durch Zonen bestimmt.

Digitized by Google

Die angeführten Zahlen sind immer Mittel mehrerer Ablesungen; Abweichung der einzelnen Ablesungen niemals eine ganze Minute.

Was den Winkel $m : b$ betrifft (die vier ersten Zahlen geben Messungen ringsum an einem Krystall an), so muss ich bemerken, dass in mehreren Fällen trotz der sehr guten Flammen und anscheinend tadelloser Flächenbeschaffenheit der Werth derselben ungefähr 56° 25′ betrug, nämlich: 56° 25′ (V), 56° 25½′ (VIII), 56° 23′ (XI), 56° 25′ (XIII). Zwischen diesem Werth um 56° 25′ und dem oben angegebenen 56° 29—32′ habe ich an guten Krystallen keinen Uebergang gefunden; die Grösse des Winkels $m : m$ (110 : $1\bar{1}0$), welche aus der Messung 56° 25½′ folgt, ist 67° 9′, was auf obiges Axenverhältniss berechnet das Zeichen $\infty \breve{P} \frac{627}{625}$ giebt.

Die optischen Verhältnisse des Atakamit wurden schon von Des Cloizeaux untersucht; mit seinen Resultaten übereinstimmend, fand ich an einem hinreichend grossen, durchsichtigen Kryställchen:

$2H_a = 93° 50′ (Na),\ 99° 5′ (Tl).$

(O. Axenebene ‖ Makropinakoid, Bissectrix ‖ der kr. Axe b.)

Von den Krystallen dieser Stufen hat schon 1864 Herr Prof. Th. Hiortdahl folgende Analyse veröffentlicht*):

$CuCl$	31,78
CuO	55,26
H_2O	12,47
Unlöslich	0,21
	99,72.

*) Analyse af nogle Kobbermineralier fra Chili. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne Bd. XIII. Kristiania 1864.

Digitized by Google

XXVIII. Zwei Hüttenerzeugnisse.

Von Demselben.

(Mit Taf. XI, Fig. 4—8.)

1. Krystalle einer Legirung von Blei und Silber, von Kongsberg.

Von Herrn Hüttenmeister Stalsberg in Kongsberg wurden gelegentlich des Umbauens eines Schmelzofens in dem Fussboden desselben in einer mit Schmelzprodukten durchdrungenen Masse auf kleinen Drusenräumen zierliche Kryställchen einer Legirung von Blei und Silber entdeckt; zwei kleine Stufen dieser schön krystallisirenden Legirung wurden mir freundlichst zur Untersuchung anvertraut.

Die Zusammensetzung dieser Legirung von Blei und Silber wurde von Herrn Stalsberg vorläufig untersucht; er fand ung. 27 % Silber. Die Zusammensetzung entspricht also ung. 5 *Ag* 7 *Pb* (5 *Ag* fordert 27,15 %).

Die Krystalle sind auf dreierlei Weise ausgebildet:

1) Als Ketten modellartiger Oktaëder;
2) Als Bleche von näher zu beschreibendem Aufbau; die zusammensetzenden Elemente sind Zwillingskrystalle nach einer Fläche von *O*.
3) Als sehr winzige Nadeln von (in meinen Stufen) bis $^1/_2$ cm Länge bei im Allgemeinen nur $^1/_{10}$ — $^1/_5$ mm Dicke; diese Nadeln sind wahrscheinlich nach einer Richtung ausgezogene Rhombendodekaëder.

Die Oktaëderketten bilden die Hauptmasse der auskrystallisirten Legirung. Die Flächen sind ausgezeichnet, eben und glänzend; der Winkel zweier benachbarten Flächen wurde gemessen genau zu 70° 32′. Diese Einzeloktaëder sind nun theils nur nach einer Richtung mit parallelen Axen an einander gereiht; es entstehen dadurch natürlich gerade ausgezogene Stäbchen (Fig. 4), gewöhnlich von ungef. $^1/_4$—$^1/_2$ cm Länge, während die einzelnen Individuen der Kette bisweilen 1 mm. erreichen. In den Stäben können nun entweder alle Individuen ungefähr von gleicher Grösse sein, gewöhnlich aber verschmälert sich durch das Kleinerwerden der einzelnen sich anreihenden Kryställchen der Stab bis zu der Mitte und nimmt dann wieder an Dicke zu bis zum Ende, das oft von einem die übrigen an Grösse bedeutend übertreffenden Oktaëder eingenommen wird; häufig

Digitized by Google

wechselt die Dicke der Stäbchen durch Ab- und Zunehmen mehrmals, während der Endkrystall doch sehr regelmässig der grösste der ganzen Reihe zu sein scheint. Die Grösse des frei spiegelnden Flächenareals jedes Kryställchens ist auch ziemlich verschieden, im Allgemeinen treten die Flächen nur als schmale Leisten hervor. —

Weit häufiger sind nun solche Stäbe statt von einer einzelnen Reihe von Kryställchen, in ihrer ganzen Länge oder stückweise, dann gewöhnlich an der Wurzel, aus zwei, drei oder vier Ketten paralleler Krystalle zusammengesetzt, und enden auch dann noch gern in einem einzelnen grösseren Krystall. Oder: jedes einzelne Kryställchen einer einfachen Kette ist wieder Anfangspunkt eines neuen Stäbchens, das sich (wenn wir die parallel einer Hauptsymmetrieaxe belegene Längsrichtung des Hauptstabs vertikal stellen) parallel einer der horizontal gestellten Hauptsymmetrieaxen anheftet; eine Reihe solcher in einer Ebene parallelen Stäbchen bilden dann mit dem dickeren Hauptstock einen Kamm. Wenn in derselben Ebene an beiden Seiten des Hauptstabes Stäbchen ausgehen, bildet sich eine Feder, deren einzelne senkrecht auf dem Federkiel stehende Strahlen Oktaëderketten sind; auch diese Nebenstäbchen, die häufig gegen die Mitte des Hauptstabs ihre grösste Länge erreichen, häufig unter einander ungleich lang sind, enden gewöhnlich mit einem grösseren Endoktaëder. Statt einer ganzen Feder, deren Strahlen dann fest mit einander verbunden sind, haben sich bisweilen nur Kreuze gebildet. Endlich sind seltener auch gleichzeitig nach allen Hauptsymmetrieaxen einer Oktaëderkette Krystallstäbchen angewachsen, wobei gleichsam zwei einander durchkreuzende Federn, — bei kürzeren Nebenstäbchen die verschiedensten pyramiden- und thurmähnlichen Gebilde aufgebaut sind.

Die Flächen der frei herausragenden Endoktaëder sind häufig nicht in ihrer ganzen Ausdehnung mit Substanz gefüllt, sondern in der Mitte ausgehöhlt; die einzelnen Kryställchen selbst sind dann nur Krystallgerippe.

Die Bleche sind in folgender Weise gebildet: Zwei Kryställchen in Zwillingsstellung nach dem gewöhnlichen Gesetz und nach der Zwillingsfläche so ausgedehnt, dass an jedem Einzelindividuum nur drei Oktaëderflächen mit ihren Gegenflächen auftreten, bilden das Element zum Aufbau der Bleche; die grossen Flächen der Zwillingsebene sind dann als Rhomben, die übrigen 8 Flächen als schmale Parallelogramme ausgebildet; von den Winkeln zwischen den beiden einen Zwilling bildenden Einzelindividuen sind zwei ausspringende, zwei einspringende. Es wurde an einem Zwilling (siehe Fig. 7) gemessen:

$o : o'$	70° 37′
$o : o''$	70° 33
$o' : o''$	109° 19
$o' : o'''$	38° 21

Digitized by Google

Solche flache Zwillinge sind nun mit parallelen Axensystemen nach der langen Diagonale des Rhombus der Zwillingsebene aneinander gereiht, wodurch spitze, in ihrer ganzen Länge ungefähr gleich breite Stäbe gebildet werden. Ein Theil eines solchen ist in Fig. 5 Tafel XI dargestellt. Wie man sieht, fliessen die Kryställchen in der gemeinsamen Ebene, nach welcher die Abplattung stattfindet, in einander über; diese Flächen sind dann bisweilen verhältnissmässig uneben und gewölbt. Die Seitenflächen der ausspringenden Winkel sind ausgezeichnet glänzend, die der einspringenden dagegen weniger vollkommen ausgebildet und gern mit in der Ecke ansitzender Schmelzmasse bedeckt, deshalb selten gut messbar.

Das Aneinanderreihen der Kryställchen findet nun theils nur nach der einen Richtung statt, theils liegen auch an der Seite eines solchen Stäbchens hier und da Zwillinge an zwei Zwillingen in einer solchen Stellung an, dass die lange Diagonale des Rhombus der Zwillingsebene mit der Längsrichtung des Stabes 120° bildet (Siehe Fig. 6, Taf XI). Krystallonomisch sind die ansitzenden Kryställchen ganz auf dieselbe Weise wie die Individuen des Stäbchens orientirt, und haben parallele Axensysteme, nur sind andere Flächen des unvollzähligen Oktaëders zur Ausbildung gelangt (siehe Fig. 7 und 8, wo zwei Zwillinge in der richtigen Stellung dargestellt sind). Bisweilen bilden sich nun an einem Hauptstab durch Aneinderreihen nach der langen Diagonale der überwiegend ausgebildeten Oktaëderfläche dieser ansitzenden Kryställchen Nebenstäbchen, deren Richtung mit derjenigen des Hauptstabs also einen Winkel von 120° bilden. Wenn diese Nebenstäbchen dicht an einander liegen, giebt dies ein Blech vom Aussehen der Fig. 6. — Diese Bleche sind die gewöhnlichen. In anderen Fällen scheint ein Blech aus lauter parallelen Stäbchen zu bestehen, in wieder anderen stellenweise aus Stäbchenpartien, die mit der Hauptrichtung des Anwachsens von Kryställchen 120° bilden. Häufig sind dann auf der Blechebene die einzelnen Stäbchen nicht immer durch Leisten oder Linien angedeutet, sondern nur an den scharfen Seiten der Bleche die aus- und einspringenden Winkel der Zwillinge erkennbar. (Siehe z. Vergl.: Vom Rath: Zur Krystallisation des Goldes. Diese Zeitschrift Taf. I, Fig. 1.) Zwischen den einfachen Stäbchen und den Blechen von einiger Flächenausdehnung kommen alle Mittelstufen vor. Die grössten der mir vorliegenden Bleche waren ungefähr $^1/_2$ qcm gross; bei einer Dicke von ungefähr $^1/_4$ — $^1/_2$ mm. Nur selten sind kleine verhältnissmässig dicke Bleche, deren einzelne Zwillinge an den Seiten und an der Blechebene bisweilen eine vollständigere Flächenausbildung aufweisen.

An den Nadeln, die sich unter der Loupe des Goniometers als 6-seitige Prismen erweisen, wurden gemessen die sechs Winkel ringsherum zu: 60° 9′, 59° 45′, 60° 2′, 60° 8′, 60° 0′, 59° 56′. Die Endflächen derselben waren theils nicht vorhanden, theils zu klein und zu matt, um gemessen

Digitized by Google

zu werden. Die Nadeln sind wahrscheinlich nach einer trigonalen Zwischenaxe ausgezogene Rhombendodekaëder.

2. Krystalle einer Schwefelverbindung von Kupfer und Eisen, von Röräs.

1874 wurde bei der Kupferhütte Röräs eine äusserlich dem Buntkupfererz ähnliche Verbindung zufällig erzeugt und von dem Bergwerksdirector Friis dem Mineraliencabinet zur Untersuchung übergeben. Eine Analyse von Herrn Holmsen gab:

Cu	31,64
Fe	34,16
S	34,79
	100,59.

Auf 100% berechnet giebt dies:

Cu	31,45
Fe	33,96
S	34,59

was ziemlich nahe der Formel: $4\,CuS + 5\,FeS$ entspricht*); diese fordert:

S	30,85
Cu	34,09
Fe	35,06.

Diese Verbindung scheint also, wenn man nach der Auffassung Rammelsberg's den Buntkupferkies als aus isomorphen Mischungen der Schwefelverbindungen: Cu_2S, CuS und FeS bestehend betrachtet, der Reihe der Buntkupferkiese anzugehören und eine Stelle zwischen dem Cuban und den kupferreicheren Buntkupfererzen einzunehmen. In der That stimmen auch die äusseren Kennzeichen mit denen des Buntkupfererzes überein. Krystallsystem regulär. $O = (111)$ selten allein, fast immer mit $\infty O \infty (100)$; Einzelkrystalle und Zwillinge nach einer Fläche von O. Gemessen: der Winkel zwischen zwei Oktaëderflächen: 70° 33′, zwischen zwei Würfelflächen 90° 0′. Spaltbarkeit nach O unvollkommen. Farbe dunkel grüngelb bis tombackbraun, bunt angelaufen. Leicht schmelzbar. $H. = 4$. $G. = 3{,}97$.

Die Krystalle sitzen in kleinen Drusenräumen einer derben Masse derselben Substanz; sie sind von 5 — $^1/_2$ mm Grösse, die grösseren schlecht messbar, die kleineren bisweilen ganz scharf spiegelnd. Namentlich die grösseren Krystalle sind durchgehend nach einem überwiegend ausgebildeten Oktaëderflächenpaare tafelartig, also, wenn O allein vorhanden, wie hexagonale Tafel mit oR und R aussehend.

*) Auch als $2(Cu_2S + Fe_2S_3) + FeS$ deutbar.

Digitized by Google

XXIX. Die Clintonitgruppe.

Von

G. Tschermak und **L. Sipöcz** in Wien*).

(Mit Taf. XIV.)

An die beiden Mineralgruppen, welche als Glimmer und als Chlorite bezeichnet werden, reihen sich mehrere Minerale an, die sowohl in ihrem Krystallbau mit jenen verwandt sind als auch in chemischer Hinsicht mit beiden in Beziehung stehen. Zu diesen gehören nebst anderen auch jene glimmerähnlichen Minerale, welche unter den Namen Seybertit, Clintonit, Brandisit, Xanthophyllit bekannt sind, ebenso jene, die als Chloritoid, Sismondin, Masonit beschrieben wurden. Auch der Sapphirin steht denselben ziemlich nahe.

Diese Minerale, welche hier als Clintonitgruppe oder Sprödglimmer zusammengefasst werden, sind bezüglich ihrer Form und ihrer physikalischen Eigenschaften bisher noch wenig untersucht, ihre Beziehungen zu den verwandten Mineralen sind wenig bekannt und die vorhandenen Analysen entsprechen nicht alle den heutigen Anforderungen. Diese Umstände veranlassten uns, eine Reihe von Beobachtungen auszuführen, indem der eine von uns den krystallographischen und physikalischen, der andere den chemischen Theil der Arbeit übernahm. Die Herren F. Becke und M. Schuster haben sich bei den ersteren Beobachtungen eifrig betheiligt.

Xanthophyllit.

Während früher nur kleine Individuen dieses Minerals bekannt waren, welche nur selten einige Krystallflächen erkennen liessen, sind vor wenigen Jahren bei Achmatowsk schöne grosse Krystalle gefunden worden, deren Form v. Kokscharow beschrieben hat**). Derselbe gab diesem neuen

*) Aus den Sitzber. d. Wien. Akad. 78 (1), Nov. 1878, von den Verf. mitgetheilt.

**) Diese Zeitschr. 2, 51.

Digitized by Google

Vorkommen den Namen Waluewit; es zeigt sich aber in keiner Beziehung ein wesentlicher Unterschied gegenüber dem bekannten Mineral von Schischimsk, denn der Umstand, dass in letzterem der Winkel der optischen Axen 0° bis 20°, in dem anderen aber 17° bis 32° beträgt, dürfte nach den am Glimmer gemachten Erfahrungen noch nicht für eine Trennung beider Minerale hinreichen.

Die Form jener schönen Krystalle entspricht im Allgemeinen der Form des Biotites, jedoch zeigen sich daran weder dieselben Flächen, noch ist der Aufbau der Zwillinge der gleiche. Ausser der herrschenden Endfläche c treten noch drei Flächen auf, die gegen c ungefähr gleich geneigt sind und mit c drei Verticalzonen bilden, welche um je 120° von einander abstehen, also die Erscheinung wiederholen, welche an dem Meroxen vom Vesuv beobachtet wird und welche vor Zeiten die Ansicht hervorrief, dass diesem Glimmer ein rhomboëdrisches Krystallsystem zukomme. Jene drei Flächen zerfallen auch hier in zwei gleiche, die mit d bezeichnet werden sollen und in eine davon verschiedene x.

Die Formen sind also monosymmetrisch und jene Flächen, sowie zwei andere, die untergeordnet auftreten, erhalten bei Annahme derselben Grundform, welche für die Biotite adoptirt wurde*), folgende Bezeichnung:

$$c = 001,\ x = \bar{1}02,\ d = 134,\ v = 029,\ w = \bar{1}19.$$

Die Krystalle sind trotz der öfters einfach scheinenden Form immer vielfach zusammengesetzt, auch diejenigen, welche wie eine Combination von Rhomboëder und Endfläche aussehen. (Kokscharow, Fig. 1.) Jedes Blättchen, welches von einem der Krystalle abgespalten wurde, bestand aus mehreren Individuen, gewöhnlich aus dreien, wie dies die Figuren 1 und 2, Taf. XIV angeben, welche die oberste Schicht zweier Krystalle darstellen. Die drei Individuen haben c gemeinsam und weichen in ihrer Stellung um je 120° von einander ab. Die aufeinanderfolgenden Blättchen zeigen immer wieder andere Abgrenzungen der einzelnen Individuen, daher zeigt eine dickere Platte oder ein einfach aussehender Krystall an keiner Stelle eine einfache optische Figur, sondern überall ein buntes Gewirre oder doch eine Combination zweier Bilder. Die äusserlich einfach aussehenden Sammelindividuen verbinden sich aber auch zwillingsartig in der Weise, wie dies bei dem Glimmer häufig der Fall ist, indem zwei Krystalle, deren Stellung um 120° verschieden ist, sich mit parallelen c-Flächen übereinanderlagern. Ein Beispiel giebt Fig. 3.

Die Flächen c sind glatt und glänzend, die übrigen aber sind runzelig, so dass keine genauen Messungen möglich sind. Es ergaben sich die Winkel:

*) Diese Zeitschrift 2, 49 f.

Digitized by Google

		für Meroxen berechnet
$c : x = 004 : \bar{1}02 =$	$70^0\ 35'$	$70^0\ 34'$
$c : w =\ : \bar{1}19 =$	$36\ \ 50$	$36\ \ 2$
$c : v =\ : 029 =$	$37\ \ 0$	$36\ \ 3$
$c : d =\ : 134 =$	$70\ \ 45$	$70\ \ 35.$

Kokscharow hat für cw und cv andere Werthe erhalten. Der Vergleich mit den Winkeln des Meroxens zeigt die Isomorphie der beiden Minerale, doch sind, wie gesagt, die Flächen des Xanthophyllits an dem Glimmer meistens nicht beobachtet.

Der Xanthophyllit gibt Schlag- und Druckfiguren so gut wie der Glimmer. Es ist aber sehr auffallend, dass die Schlaglinien nicht dieselbe Lage haben, wie bei den letzteren Mineralen. Durch Eintreiben einer scharfen Spitze bildet sich ein System von Sprüngen, welche den Kanten cx, cd und cd' parallel sind. Man kann also sagen: die Schlagfigur des Xanthophyllits hat dieselbe Lage wie die Druckfigur des Glimmers. Diese Beziehung reicht aber noch weiter. Beim Durchbohren der Xanthophyllitblättchen entsteht ausser der Schlagfigur, also ausser dem Hauptstern noch ein System von Sprüngen, deren Linien die Winkel der Schlaglinien halbiren. Durch Druck erhält man die letzteren Sprünge vorwiegend. Demnach haben die Linien der Druckfigur dieselbe Lage wie jene der Schlagfigur des Glimmers.

Die an den Krystallen und an den übrigen Individuen beobachteten natürlichen Sprünge und Trennungsflächen liegen sowohl jenen Gleitflächen parallel, welche die Schlagfigur zusammensetzen, als auch jenen, welche die Druckfigur bilden.

Durch Aetzen mit Schwefelsäure entstehen auf der vollkommenen Spaltfläche stellenweise Vertiefungen von der Form dreiseitiger Pyramiden. Die Seiten der Aetzfigur liegen parallel den Kanten cx, cd und cd', sie bilden also ein gleichseitiges Dreieck, das mit einer Spitze gegen x gewendet ist.

Die Ebene der optischen Axen ist parallel der Symmetrieebene, der Axenwinkel variirt in den verschiedenen Blättchen. Derselbe wurde zu 17 bis 32^0 bestimmt. Die Doppelbrechung ist negativ. Die Dispersion $\varrho < v$.

Es darf noch bemerkt werden, dass die Blättchen dieses Xanthophyllits, von den groben Zwillingsbildungen abgesehen, im parallelen polarisirten Lichte eine sehr feine Textur erkennen lassen, welche sich dadurch bemerkbar macht, dass parallel der Symmetrieebene ungemein feine Streifen sichtbar werden, welche mit der Umgebung nicht gleichzeitig Auslöschungen geben, sondern hierin eine Abweichung von ungefähr 1^0 und auch mehr, erkennen lassen. Dies würde auf eine Zusammenfügung aus asymmetrischen Individuen hindeuten. Die genannte Textur war übrigens die Ursache, dass eine genauere Bestimmung des scheinbaren Winkels, welchen die erste Mittellinie mit der Normalen auf c einschliesst, unterbleiben

Digitized by Google

musste, obgleich einige der vorliegenden Platten vollkommen eben waren. Bücking hat eine beiläufige Bestimmung jener Abweichung versucht*).

Brandisit.

Ausser dem bekannten Vorkommen von lauchgrünen Krystallen vom Monzoni wurde auch ein zweites Vorkommen untersucht, welches eine reiche Serie schwarzgrüner Krystalle darstellt und als dessen Fundort Chamouny angegeben wird. Alle Brandisitkrystalle, die geprüft wurden, zeigen an den Seiten einspringende Winkel und dies oft in vielfacher Wiederholung, so dass man darauf gefasst ist, bei der optischen Untersuchung einen verwickelten Bau der Krystalle zu finden. In der That zeigt sich auch hier jene zweifache Bildung der Zwillinge wie am Xanthophyllit, indem in demselben Spaltblättchen die Individuen in zwei oder drei Stellungen nebeneinander liegen, und indem überdies eine Ueberlagerung von grösseren Sammelindividuen nach demselben Zwillingsgesetze stattfindet. Weil aber schon die einzelnen Blättchen zusammengesetzt sind und auch die übereinanderlagernden Schichten ihre Stellungen ungemein häufig wechseln, so ist eine Orientirung der beobachteten Flächen ungemein schwierig, so dass eine Verwechslung der Zonen, sowie eine Verwechslung der Flächen in den oberen mit jenen in den unteren Octanten schwer zu vermeiden ist, umsomehr als der Flächenreichthum sehr gross, die Flächen aber meist sehr schmal sind.

Mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit lassen sich die folgenden Flächen in der angegebenen Weise orientiren. Zu den gemessenen Winkeln sind wiederum diejenigen gesetzt, welche sich für den Meroxen berechnen.

		Brandisit	Meroxen
co	= 001 : 112	73° ungef.	73° 2′
cp	= $\bar{3}37$	70 8	70 23
cn	= $\bar{6}67$	80 4	79 54
cl	= $\bar{2}21$	85 42	85 38
cu	= 012	58 30	58 37
cy	= 052	83 9	83 3
cg	= 091	88 ungef.	88 4
cb	= 010	90 -	90 0.

Die Flächen sind, mit Ausnahme von c, sämmtlich andere als bei Xanthophyllit, aber auch hier ist die Verwandtschaft der Form mit jener des Glimmers sehr deutlich ausgesprochen. Einfache Krystalle werden gar nicht beobachtet. Die Figur 4 stellt daher nur ein Ideal dar, an welchem die häufigsten Flächen auftreten, Figur 5 hingegen einen gleichfalls idealisirten Zwilling der einfachsten Art, endlich Figur 6 eine Form, die sich

*) Diese Zeitschrift 2, 54.

Digitized by Google

mehr der Natur nähert und eine beiläufige Vorstellung von einem Krystall gibt, der vergleichsweise noch immer sehr einfach zu nennen ist.

Der einspringende Winkel zwischen dem p des einen und dem u des andern Individuums, welche übereinander liegen, wurde zu 51° 30′ bestimmt, während sich aus den einzelnen am Brandisit gefundenen Winkeln der Betrag von 51° 22′ ergibt und für Meroxen der gleiche Winkel sich zu 51° 0′ berechnet.

Unter den Krystallen vom Monzoni wurden manche gefunden, die aus wenigen Individuen zwillingsartig zusammengesetzt sind, wogegen die von Chamouny stets ungemein zusammengesetzt erscheinen.

Die Schlagfigur ist ebenso orientirt wie beim Xanthophyllit, indem die entstehenden Sprünge senkrecht gegen die Seiten der Blättchen liegen. Die Druckfigur hinwiederum besteht aus Sprüngen, welche den Seiten der Blättchen parallel sind.

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. Die Abweichung der ersten Mittellinie von der Normalen auf c konnte wegen Ungunst des Materials nicht bestimmt werden*). Eine Dispersion der optischen Axen wurde nicht beobachtet. Der Winkel der optischen Axen variirte zwischen 18° und 35°.

Als eine bemerkenswerthe Thatsache mag noch angeführt werden, dass mit dem derben, schön lauchgrünen Brandisit vom Monzoni, welcher mit Fassait und Calcit gemengt ist, auch Leuchtenbergit in weissen, talkähnlichen Partikeln vorkommt. Dieses Mineral dürfte mehr verbreitet sein, als bisher angenommen wurde, denn bei der grossen Aehnlichkeit mit Talk mag es oft für letzteren gehalten worden sein. Die positive Doppelbrechung lässt aber den Leuchtenbergit leicht erkennen.

Seybertit.

Das rothbraune, blätterige Mineral von Amity und Warwick, welches gewöhnlich als Clintonit bezeichnet wird, muss nach Dana Seybertit genannt werden, weil dieser Name die Priorität für sich hat. Krystalle sind sehr selten, meistens findet man blos flache Körner mit geringen Andeutungen der Randflächen, im Kalk eingeschlossen. An den vorliegenden Stufen ist ausser dem rothbraunen Seybertit auch zuweilen ein blassgelbes Mineral vorhanden, welches mit dem Xanthophyllit übereinstimmt; ferner ist ausser den bekannten Begleitern wie Diopsid, Chondrodit, Graphit, auch

*) In den Zwillingen, welche die einzelnen Individuen neben einander gelagert zeigen, sind die Auslöschungen in dem einen und im zweiten Individuum je 30° von der Verwachsungslinie abweichend und bilden mit einander den Winkel von 60°. Daraus und aus der angegebenen Orientirung folgt, dass die Zonen $c : 010$ und $c : 110$ um 60° von einander abweichen.

Digitized by Google

Leuchtenbergit in weissen, blätterigen Partikeln vorhanden, welcher früher wohl für Talk gehalten wurde.

Die Formen des Seybertits sind monosymmetrisch. Die Krystalle erscheinen als längliche dicke, sechsseitige Tafeln mit herrschender c-Fläche und runzeligen Seitenflächen. Die Zahl der Flächen ist ziemlich gross, doch sind die Kanten immer so stark abgerundet und die Flächen eben so schmal, dass nur einige derselben bestimmbar erscheinen. Von diesen wurden folgende wiederholt beobachtet: $c = 001$, $l = \bar{2}21$, $p = \bar{3}37$, $q = \bar{1}14$, $y = 052$, $\pi = 056$, $i = 027$. Davon kommen c, l, p, y auch am Brandisit vor. Die erhaltenen Winkel sind wieder mit den für Meroxen berechneten zusammengestellt:

	Seybertit	Meroxen
$cq = 001 : \bar{1}14$	$= 59^0$ —	$58^0\ 36'$.
$cp = \quad \bar{3}37$	$= 70\ \ 8'$	$70\ \ 23$
$cl = \quad \bar{2}21$	$= 85\ \ 20$	$85\ \ 38$
$ci = 001 : 027$	$= 43$ —	$43\ \ 7$
$c\pi = \quad 056$	$= 70\ \ 2$	$69\ \ 54$
$cy = \quad 052$	$= 83$ —	$83\ \ 3.$

Die vorliegenden Krystalle sind theils einfach, wie in Fig. 7, theils erscheinen sie als Ueberlagerungszwillinge wie beim Brandisit.

Die Schlagfigur zeigt dieselbe Orientirung wie bei den vorigen Mineralen, ebenso die Druckfigur. Die natürlichen Sprünge verlaufen beiden Arten von Trennungen parallel, so dass die abgelösten tafelförmigen Bruchstücke oft rechteckige Umrisse darbieten. Die Sprödigkeit ist grösser als bei den vorigen beiden Arten.

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zur Symmetrieebene, somit ist die Orientirung derselben verschieden von der im Brandisit und Xanthophyllit. Eine Dispersion der optischen Axen war nicht zu beobachten. Die erste Mittellinie ist negativ. Der Winkel der Axen wurde zwischen 3^0 und 13^0 gefunden.

Aus den angeführten Beobachtungen folgt die Isomorphie von Brandisit und Seybertit. Mit diesen ist wohl auch der Xanthophyllit isomorph. Seine Ausbildungsweise hindert nur, dies direct zu erkennen.

Chemische Zusammensetzung der drei Minerale.

Der Seybertit von Amity und der Tiroler Brandisit wurden von neuem analysirt und es wurden die Bestimmungen wie die später folgenden im Laboratorium des Herrn Prof. E. Ludwig nach den Methoden ausgeführt, welche in der Abhandlung über die Glimmergruppe besprochen sind*).

*) Diese Zeitschrift 8, 122.

Digitized by Google

Die Angabe der Quantitäten folgt am Schlusse der vorliegenden Arbeit. Es ist hier besonders zu bemerken, dass in dem Seybertit trotz der sorgfältigsten Prüfung keine Zirkonerde gefunden wurde. Die Angabe von Brush kann in der That nur darauf beruhen, dass in dem untersuchten Seybertit ein fremdes Mineral eingeschlossen war. Wichtig ist der Fluorgehalt, welcher zum ersten Mal im Seybertit constatirt wurde. Somit bildet der Seybertit eine Parallele zum Phlogopit, welcher auch fluorhaltig ist und es erscheint bemerkenswerth, dass die rothbraune Farbe, welche beim Phlogopit oft beobachtet wird, auch beim Seybertit charakteristisch zu nennen ist. Dieses Mineral lässt sich durch concentrirte Salzsäure leicht und vollkommen zersetzen, während der Brandisit nur schwer zersetzt wird. Bisher war nur eine einzige Analyse von Kobell bekannt. Diese bezieht sich jedoch nicht auf den frischen Brandisit, sondern auf ein Zersetzungsproduct, welches Disterrit genannt wurde. Der Brandisit ist fluorfrei. Beide Minerale sind im reinen Zustande frei von Alkalien. Die Analysen gaben:

	Seybertit	Brandisit
Kieselsäure	19.19	18.75
Thonerde	39.73	39.10
Eisenoxyd	0.61	3.24
Eisenoxydul	1.88	1.62
Magnesia	21.09	20.46
Kalkerde	13.11	12.14
Wasser	4.85	5.35
Fluor	1.26	—
	101.72	100.66
Volumgewicht	3.102	3.090.

Die beiden Minerale unterscheiden sich wenig in ihrer Zusammensetzung, jedoch sind die Verhältnisse der einzelnen Bestandtheile nicht ganz gleich, wie sich aus den folgenden Verbindungszahlen *) ergibt:

	SiO_2	Al_2O_3	MgO	CaO	H_2O
Seybertit	3.20	3.89	5.53	2.34	2.69
Brandisit	3.13	4.00	5.34	2.17	2.97.

Eine einfache Formel lässt sich aus diesen Zahlen nicht ableiten, wodurch die Vermuthung begründet wird, dass eine isomorphe Mischung von mindestens zwei verschiedenen Verbindungen vorliege.

Diese Vermuthung wird dadurch bestätigt, dass die Zusammensetzung

*) Wie bei den Glimmern werden auch hier statt Eisenoxyd die entsprechenden Mengen von Thonerde und statt Eisenoxydul die entsprechenden Mengen Magnesia angesetzt.

Digitized by Google

des Xanthophyllits ebenfalls von jener der beiden anderen Minerale um etwas abweicht.

Die Analysen von Meitzendorf und Knop an dem Mineral von Schischimsk und jene von Nikolajew an dem neuen Vorkommen von Achmatowsk sind:

	M.	K.	N.
Kieselsäure	16.30	16.38	16.90
Thonerde	43.95	43.60	43.55
Eisenoxyd	2.84	2.50	2.34
Eisenoxydul	—	—	0.33
Magnesia	19.34	20.70	17.47
Kalkerde	13.26	11.50	13.00
Wasser	4.33	2.61	5.07
Natron	0.61	—	—
	100.57	97.29	98.63.

Von diesen Analysen können blos die erste und die dritte in Betracht kommen. Sie zeigen einen geringeren Gehalt an Kieselsäure, einen grösseren an Thonerde als die Analysen für Seybertit und Brandisit, aber fast denselben Kalkgehalt. Daraus ist zu schliessen, dass von den beiden isomorphen Verbindungen, deren Mischung in diesen Mineralen vorliegt, die eine thonerdereicher, die andere thonerdeärmer sei, oder dass ein Alumiat und ein Silicat vorhanden seien, dass aber jedenfalls in jeder der beiden Verbindungen die Kalkerde in ungefähr gleicher Menge enthalten sei. Da nur einige Mischungen vorliegen und kein Mineral analysirt ist, in welchem die eine der beiden Verbindungen für sich vorhanden wäre, lässt sich nicht mit voller Sicherheit auf die Zusammensetzung der einzelnen Componenten schliessen, aber die Aehnlichkeit der Minerale mit den Magnesiaglimmern gibt einen Anhaltspunkt bei der Wahl der Formeln für die einzelnen in Mischung auftretenden Verbindungen. Da nämlich alle drei Minerale ein Verhältniss der Metallatome zu den Sauerstoffatomen zeigen, welches durch 5 : 6 ausgedrückt wird, so hätte man in dem Falle, als ein einfaches Magnesiasilicat als der eine Bestandtheil angenommen wird, die Wahl zwischen den beiden Formeln $2\,SiO_2\,.\,MgO\,.\,H_2O$ und $3\,SiO_2\,.\,5\,MgO\,.\,H_2O$. Da jedoch das zweite jenem Silicat entspricht, welches in der Glimmergruppe anzunehmen ist und welches vergleichsweise $3\,SiO_2\,.\,6\,MgO$ zu schreiben wäre, so wird man unter den zwei vorgenannten Formeln die letztere wählen. Bezüglich der zweiten Verbindung wird die Rechnung am einfachsten, wenn ein Alumiat angenommen wird. Demselben muss der Gleichartigkeit mit dem vorgenannten Silicat wegen die Formel

$$3\,Al_2O_3\,.\,2RO\,.\,H_2O$$

Digitized by Google

gegeben werden, welche gleichfalls grosse Einfachheit zeigt. Wenn man schliesslich dem bemerkten Umstande Rechnung trägt, dass in beiden Verbindungen die gleiche Menge Calcium angenommen werden muss, so hat man mit Rücksicht auf die vorigen Analysen für die beiden Verbindungen die Formeln

$$3\,SiO_2 . 4\,MgO.CaO.H_2O \text{ oder } Si_3 Mg_4 Ca H_2 O_{12}$$
$$3\,Al_2O_3 . MgO.CaO.H_2O \;-\; Al_6 Mg Ca H_2 O_{12}.$$

Um nun zu zeigen, dass die Rechnung, welche von der Existenz dieser beiden Verbindungen ausgeht und variable Mischungen derselben annimmt, den Thatsachen entspreche, sollen zuerst die Analysen des Seybertit und Brandisit reducirt werden, indem darin statt des Eisenoxyd die entsprechende Menge von Thonerde und statt des Eisenoxyduls die äquivalente Menge von Magnesia eingesetzt, schliesslich die Analyse auf 100 berechnet wird. Diesen reducirten Analysen werden sodann die berechneten Zahlen beigesetzt, welche darauf basiren, dass im Seybertit das Verhältniss, in welchem die beiden Verbindungen gemischt sind, zu 4 : 5 und im Brandisit zu 3 : 4 angesetzt wird. Auf das Fluor im Seybertit ist vorläufig keine Rücksicht genommen.

	Seybertit	berechnet	Brandisit	berechnet
Kieselsäure . .	19.19	19.09	19.17	18.40
Thonerde . . .	40.11	40.97	42.12	42.13
Magnesia . . .	22.13	22.28	20.82	21.81
Kalkerde . . .	13.11	13.36	12.42	13.36
Wasser	4.85	4.30	5.47	4.30
Fluor	1.26	—	—	—
	100.65	100	100	100

Die Analysen des Xanthophyllits eignen sich nicht vollständig zu einer genauen Berechnung, da in der ersten die Trennung der Oxyde des Eisens mangelt und die dritte einen erheblichen Verlust gibt. Daher sollen die Analysen ohne alle Reduction mit der Rechnung verglichen werden, welche als Verhältniss der beiden Verbindungen 5 : 8 annimmt.

Xanthophyllit	M.	N.	berechnet
Kieselsäure . . .	16.30	16.90	16.50
Thonerde	43.95	43.55	45.32
Eisenoxyd . . .	2.81	2.31	—
Eisenoxydul . . .	—	0.33	—
Magnesia	19.31	17.47	20.54
Kalkerde	13.26	13.00	13.35
Wasser	4.33	5.07	4.29
Natron	0.61	—	—
	100.57	98.63	100

Digitized by Google

Die Uebereinstimmung ist eine befriedigende. Die Erscheinung, dass in den besseren Analysen die Menge des gefundenen Wassers grösser ist als die berechnete, ist schon von der Glimmergruppe her bekannt.

Margarit.

Dieses Mineral wird gewöhnlich den eigentlichen Glimmern beigezählt, es hat aber viele Aehnlichkeit mit den vorbeschriebenen Sprödglimmern. Ein Vergleich der Krystallform und der chemischen Zusammensetzung wird dies erkennen lassen.

Wenn die Formen, welche sowohl an dem Margarit als an dem Seybertit und Brandisit beobachtet wurden, sammt den Winkeln gegen *c* aufgezählt werden, so ergibt sich folgendes:

	Margarit	Brandisit	Seybertit
$bc = 010 : 001$	$= 90^0\ 0'$	90^0	—
$oc = 112 : 001$	$= 72\ 21$ bis 73^0	73	—
$cq = 001 : \bar{1}11$	$= 58\ 22'$	—	59^0
$cp = 001 : \bar{3}37$	$= 69$ bis 70^0	$70^0\ 8'$	$70^0\ 8'$

In der optischen Orientirung stimmt der Margarit mit dem Seybertit insofern überein, als die Ebene der optischen Axen in beiden gegen die Symmetrieebene normal ist, jedoch hat der Margarit einen viel grösseren Axenwinkel und eine stärkere Abweichung der ersten Mittellinie von der Normalen auf *c*.

In chemischer Beziehung mag zuerst daran erinnert werden, dass nach den letzten Untersuchungen der Glimmer in den Magnesiaglimmern zwei Silicate anzunehmen sind, welchen die Formeln

$$Si_6\,Al_6\,H_6\,O_{24} \text{ und } Si_6\,Mg_{12}\,O_{24}$$

zugeschrieben werden. Die Analysen des Margarits führen auf ein Verhältniss, welches durch die Formel

$$Si_6\,Al_{12}\,Ca_3\,H_6\,O_{36}$$

ausgedrückt wird. Diese kann so gegliedert werden, dass sie eine Molekelverbindung eines Silicates und eines Alumiates darstellt:

$$\left.\begin{matrix} Si_6\,Al_6\,H_6\,O_{24} \\ Al_6\,Ca_3\,O_{12} \end{matrix}\right\}$$

Das Silicat ist dasselbe wie jenes erste in dem Glimmer. Wird nun dem entsprechend für die Magnesiaglimmer, für den Margarit und für die Gattung Seybertit die chemische Zusammensetzung in der Weise angeschrieben, dass die Verbindungen, welche in diesen Mineralen angenommen werden dürfen, genannt werden, so hat man für:

Glimmer	Margarit	Seybertit
$\left.\begin{matrix} Si_6\,Al_6\,H_6\,O_{24} \\ Si_6\,Mg_{12}\,O_{24} \end{matrix}\right\}$	$\left.\begin{matrix} Si_6\,Al_6\,H_6\,O_{24} \\ Al_6\,Ca_3\,O_{12} \end{matrix}\right\}$	$\left.\begin{matrix} Si_6\,Mg_8\,Ca_2\,H_4\,O_{24} \\ Al_6\,Mg\,Ca\,H_2\,O_{12} \end{matrix}\right\}$

Digitized by Google

Der Margarit steht somit zwischen dem Glimmer und Seybertit, indem er das Silicat mit dem ersten gemein hat und ein entsprechendes Aluminat enthält, wie der Seybertit. Letzterer ist wiederum dem Glimmer verwandt durch die Aehnlichkeit der Silicate $Si_6 Mg_{12} O_{24}$ und $Si_6 Mg_8 Ca_2 H_4 O_{24}$, beide vom Typus des Olivins.

Chloritspath.

Der Chloritspath und die zugehörigen Minerale nähern sich in ihren physikalischen Eigenschaften und in der chemischen Constitution der Clintonitgruppe. Ihre Untersuchung wird sehr erschwert durch die Seltenheit der Krystalle, durch die vielfache Zusammensetzung der letzteren aus zwillingsartig verbundenen Blättchen, sowie durch die Undurchsichtigkeit vieler Arten, welche die optische Untersuchung und die Auswahl reinen Materiales behindert.

An dem schwarzen Chloritspath von Pregratten in Tirol wurden Krystalle beobachtet, welche langgestreckte sechsseitige Tafeln darstellen. Dieselben sind aus einer Folge von dünnen Blättern aufgebaut, welche zwillingsartig verwachsen und gegen einander um 120° verwendet erscheinen. Dieser Umstand bringt es mit sich, dass bei diesen Krystallen ebenso leicht wie bei jenen des Brandisit die Verticalzonen mit einander verwechselt werden, denn äusserlich sieht der Krystall einfach aus, die Randflächen sind aber fein gerieft. Bei der Einstellung der Fläche am Goniometer ist man aber niemals sicher, ob dieselbe blos einem Individuum oder mehreren aufeinander folgenden angehört, denn jede dieser Flächen kann sowohl in der Zone 001 : 110 als auch in der Zone 001 : 010 auftreten, weil diese beiden Zonen wie bei den Glimmern um genau 60° von einander abweichen.

Die beobachteten Flächen sind ziemlich zahlreich. Die wiederholt beobachteten sind sechs und ihre Neigungen zu der dominirenden Fläche sind folgende:

		Berechnet
$mc = 332 : 001$	$= 83° 25'$	$83° 14'$
$ck = 001 :$	$= 40$ *ca*	—
$cn = 001 : \bar{1}11$	$= 80\ 6$	$79\ 51$
$ce = 001 : 011$	$= 71$	$70\ 26$
$cj = 001 : 061$	$= 86\ 30$	$86\ 37$

Die berechneten Zahlen beziehen sich auf Meroxen, jedoch würden die aufgezählten Flächen, wenn sie am Biotit aufträten, folgende Bezeichnung erhalten:

$m = 997$
$n = \bar{5}67$
$e = 067$
$j = 0, 36, 7$

Digitized by Google

Daraus erkennt man, dass zwar keine eigentliche Isomorphie mit Biotit existirt, wohl aber eine entferntere Beziehung der Formen beider Minerale, die allerdings auch schon öfters, aber unzweckmässigerweise Isomorphie genannt worden ist. Die Verwandtschaft mit der Clintonitreihe ist nicht sehr gross. Beide haben jedoch *n* gemeinsam. Die Zwillingsbildung erfolgt durch Ueberlagerung der Individuen. Einfache Krystalle wurden niemals beobachtet. Fig. 8 gibt eine Vorstellung von einem Zwillingskrystall der einfachsten Art.

Die Spaltbarkeit parallel *c* ist bei weitem nicht mehr so vollkommen wie beim Glimmer, sie erscheint nur wegen der Zusammenfügung der Zwillingsblättchen parallel dieser Fläche viel vollkommener als sie eigentlich ist. Eine unvollkommene Spaltbarkeit wurde parallel *m*, eine andere auch parallel *e* beobachtet. Die natürlichen Sprünge verlaufen häufig parallel *m* und auch parallel einer Fläche, welche $b = 010$ zu sein scheint.

Die Härte ist etwas über 6.5. Das Gleiche gilt für den Sismondin, Masonit und Ottrelit. Die früheren Angaben 5 bis 6 sind also unrichtig.

Das optische Verhalten führt zu dem Schlusse, dass die Ebene der optischen Axen parallel der Symmetrieebene liege. Durch *c* gesehen, wird im polarisirten Lichte nur die Andeutung einer Axe wahrgenommen, welche aber ziemlich weit ausser dem Gesichtsfelde liegt. Die Doppelbrechung wurde in dieser Richtung positiv gefunden. Es ist demnach zu schliessen, dass c von der Normalen auf *c* stark abweicht. Der Sinn der Abweichung konnte nicht bestimmt werden. Es gelang eine Platte ungefähr parallel zu *b* zu erhalten. Sie gab die Abweichung der einen Auslöschung von der Normale auf *c* zu 12°.

Ein Zwillingskrystall, welcher an zwei Stellen die beiden einzelnen Individuen ohne Ueberdeckung zeigte, ergab bei der stauroskopischen Beobachtung, dass in jedem der beiden Individuen der Winkel, welchen die eine Auslöschung mit der Kante *cm* bildet, genau 30° sei und dass demnach jene Auslöschungen im obern und im unteren Individuum mit einander genau 60° einschliessen. Durch diese Beobachtung ist gezeigt, dass der Chloritoid sich in dieser Beziehung wie der Glimmer und die vorigen Minerale verhalte, und man darf daher auf ein monoklines Krystallsystem schliessen, welches wie beim Glimmer die Eigenthümlichkeit zeigt, dass die Zonen 001 : 010 und 001 : 110 genau 60° von einander abstehen. Es schien beim Anfange der Beobachtung, als ob für den Chloritoid ein asymmetrisches System anzunehmen sei, und die früheren Mittheilungen über den Sismondin schienen damit zu harmoniren, aber die letztgenannte Messung, welche mit aller Sicherheit ausgeführt werden konnte, weil die einzelnen Individuen des Chloritoids sehr vollkommene Auslöschungen geben, machte das monosymmetrische System im höchsten Grade wahrscheinlich. Es zeigt sich übrigens auch hier die beim Xanthophyllit berührte Erschei-

Digitized by Google

nung, dass zuweilen parallel der Symmetrieebene höchst feine Linien sichtbar werden, deren Auslöschung um ein weniges von der Umgebung abweicht.

Der Pleochroismus des Chloritoides ist ein ausserordentlicher. Bei der Prüfung desselben ist darauf zu achten, dass man ein Blättchen verwendet, welches aus einem einzigen Individuum besteht. Diese sind an dem vorliegenden Mineral nicht leicht zu erhalten, sie sind immer sehr dünne Blättchen. Solche erscheinen im durchfallenden Lichte blau. Das Dichroskop löst diesen Ton in zwei stark verschiedene Farben auf, wovon die eine als entenblau bis pflaumenblau, die andere olivengrün zu bezeichnen ist. Parallel zu *c* wird das Licht mit grüner Farbe durchgelassen. Nach den Schwingungsrichtungen orientirt, ergibt sich a pflaumenblau, b olivengrün, c ölgrün. Die Ueberschiebungszwillinge zeigen, auch wenn sie dünne Blättchen darstellen, wenig vom Dichroismus. Solche Blättchen erscheinen im durchfallenden Lichte grün. Bekannt ist, dass dickere Schichten des Minerals, welche in der Richtung senkrecht zu *c* schon schwarz erscheinen, parallel *c* noch durchsichtig und grün sind.

Die Sprödigkeit des Minerals hinderte zugleich mit der dünnblätterigen Zusammensetzung die Anfertigung von Platten für weitere optische Bestimmungen.

Die erneute chemische Untersuchung schien desshalb wünschenswerth, weil die Trennung der Oxyde des Eisens erst durch die neueren Methoden richtig ausführbar ist. Die Analyse ergab trotz dreimaliger sorgfältiger Ausführung einen Ueberschuss. Die Zahlen sind:

Kieselsäure	24.90
Thonerde	40.99
Eisenoxyd	0.55
Eisenoxydul	24.28
Magnesia	3.33
Wasser	7.82
	101.87

Volumgewicht . . 3.538

Die Zahlen führen auf die sehr einfache Formel:

$$Si\,Al_2\,Fe\,H_2\,O_7.$$

Die reducirte Analyse gibt im Vergleiche zu den berechneten Zahlen:

Kieselsäure . . .	24.31	23.72
Thonerde	40.37	40.71
Eisenoxydul . . .	29.56	28.46
Wasser	7.63	7.11
	101.87	100

Digitized by Google

Ottrelit, Masonit.

An dem Ottrelit von Newport in Rhode Island konnte die Krystallform soweit bestimmt werden, dass der Winkel cn gemessen wurde. An der einfachen Form Fig. 9, wurde bestimmt:

$$cn = 79^0\ 50' \qquad cn' = 79^0\ 55'.$$

Der Unterschied ist nicht grösser als der mögliche Fehler der Messung. Das Resultat stimmt mit dem entsprechenden Winkel am Chloritoid, indem für Chloritoid $cn = 80^0\ 6'$ (berechnet $79^0\ 51'$). Ausserdem wurde auch die Fläche j beobachtet.

Eine Zwillingsbildung wurde auch hier wahrgenommen. Sie scheint mit der des Chloritoides übereinzustimmen. Es kommen aber oft auch einfache Krystalle vor. Einschlüsse des umgebenden Biotits sind ungemein häufig. Die Spaltbarkeit entspricht der am Chloritoid beobachteten. Die optischen Erscheinungen sind dieselben wie bei Chloritoid. Die Ebene der optischen Axen ist parallel der Symmetrieebene. Durch c nimmt man die Andeutung eines Axenbildes wahr, welche auf eine ausserhalb des Gesichtsfeldes liegende Axe schliessen lässt. Eine Platte, die ungefähr parallel b geschliffen war, ergab die Abweichung einer Auslöschung von der Normalen auf c zu 12^0. Der Pleochroismus ist derselbe wie beim Chloritoid. Dünne Blättchen parallel c abgetrennt, erscheinen blau. Das Dichroskop liefert entenblau und olivengrün. Parallel c hat man dieselben grünen Farbentöne wie beim Chloritoid.

Vor kurzem hat Becke eine Beschreibung des optischen Verhaltens jener Ottrelitblättchen gegeben, welche in dem Ottrelitschiefer der Halbinsel Chalcidice vorkommen*). Selbe stimmt mit den vorgenannten Beobachtungen vollständig überein.

Der Masonit von Natic village in Rhode Island verhält sich in Bezug auf Spaltbarkeit, optische Orientirung und Pleochroismus wie der Ottrelit und Chloritspath, von denen er sich nur durch die grosse Menge fremder Einschlüsse, die vorzugsweise Biotitblättchen sind, unterscheidet. Descloizeaux stellt diese Minerale mit Recht zusammen, obgleich die Analysen grosse Unterschiede zeigen. Es ist aber nach den bisherigen Erfahrungen gar nicht möglich, von Ottrelit oder Masonit für die chemische Untersuchung reines Material in ausreichender Menge zu erhalten. Die bisherigen Analysen können daher auch keine richtige Vorstellung von der Zusammensetzung dieser Minerale liefern.

Sismondin.

Die chemische Aehnlichkeit dieses Minerals mit dem Chloritoid macht es schon wahrscheinlich, dass beide isomorph seien. In der That zeigte

*) Tschermak, Mineralog. und petrogr. Mitth. 1, 269.

Digitized by Google

sich bei der optischen Untersuchung vollständige Gleichheit mit dem Chloritspath. Leider lag uns kein Material vor, welches die Form des Sismondins genauer zu bestimmen erlaubt hätte. Aus den sehr beiläufigen Werthen, welche man durch Messung der Spaltungsformen erhält, lässt sich kein sicherer Schluss ziehen, und dies umsoweniger, als man bei den Mineralen dieser Gruppe, welche häufig eine vielfache Zwillingsverwachsung zeigen, oft Trennungsflächen erhält, welche mehreren Individuen von verschiedener Stellung angehören. Zudem ist die Spaltbarkeit nach den Seitenflächen eine unvollkommene.

Beim Chloritoid würde aus der Spaltungsform allein das Krystallsystem auch nicht bestimmbar gewesen sein, und bei der optischen Untersuchung war grosse Vorsicht nothwendig, weil in dem Falle als nicht ein einfaches Individuum vorliegt, sondern ein solches Blättchen mit einem zweiten dünneren in Zwillingsstellung verbunden ist, bei dem stauroskopischen Versuch die Auslöschung nicht mehr vollständig ist, und das Maximum der Auslöschung nicht mehr im selben, sondern in einem anderen Azimuth eintritt als bei einem einfachen Blättchen.

Nach diesen Erfahrungen können die Angaben von Delesse und Descloizeaux, welche auf ein asymmetrisches System hindeuten, nicht in Betracht kommen. In dem Manuel de Minéralogie von Descloizeaux wird ausser der Spaltbarkeit nach *c* noch eine unvollkommene, nach einem asymmetrischen Prisma von 80°, und die Neigung einer Prismenfläche zu *c* mit 87° angeführt; ausserdem Glasglanz auf *c*, Fettglanz auf den anderen Spaltflächen, Härte 5.5. Platten parallel *c* werden als grasgrün, solche senkrecht zur vorigen Richtung gelbgrün durchlassend angegeben, letztere im Dichroskop ein blassgrünes und fast schwarzes Bild liefernd. Die Auslöschung scheint immer parallel und senkrecht zur Trace der Spaltfläche *c*.

Brezina, welcher vor zwei Jahren den Sismondin von St. Marcel untersuchte*), fand hingegen unvollkommene Spaltbarkeit nach einem Prisma von 60—65°, die beiden Spaltflächen 65—70° und 75—80° gegen *c* geneigt, auf *c* glasartigen Perlmutterglanz, auf den anderen Spaltungsebenen schwachen, wenig ausgesprochenen Seidenglanz; Härte zwischen 6.5 und 7; die Auslöschungsrichtungen einerseits nahezu, doch nicht genau parallel und senkrecht zu *c*, anderseits in Blättchen parallel *c* um 20—25° gegen die Rhombendiagonalen gedreht. Somit Krystallsystem triklin. Durch die Unterschiede, welche in den letzteren Angaben gegenüber den vorigen liegen, wurde Brezina zu der Vermuthung veranlasst, dass ein neues Mineral vorliege, für welches der Name Strüverit vorgeschlagen wurde.

Nach einer schriftlichen Mittheilung erkannte Derselbe, als er später Sismondin zur Vergleichung erhielt, die Identität seines Minerals mit dem

*) Anzeiger d. Wien. Akademie 1876, p. 101.

Digitized by Google

letzteren. Bezüglich des Dichroismus fand er später, dass Blättchen parallel *c* blau und solche senkrecht zur vorigen Richtung geschnitten, grün erscheinen, was mit den Beobachtungen am Chloritoid übereinstimmt. Ausserdem übergab Derselbe reines Material an Herrn Prof. E. Ludwig, in dessen Laboratorium Herr W. Suida die Analyse ausführte. Dieselbe ergab:

Kieselsäure	26.03
Thonerde	42.33
Eisenoxyd	4.09
Eisenoxydul	14.32
Magnesia	7.30
Kalkerde	0.35
Wasser	6.56
	100.98

ausserdem Spuren von Alkalien. Volumgewicht 3.42.

Diese Zahlen führen auf die Formel

$$Si_8 Al_{16} Fe_7 H_{14} O_{54},$$

welche mit derjenigen, welche aus der Analyse des Choritoids folgte, nicht ganz übereinstimmt, denn letztere würde vergleichsweise geschrieben

$$Si_8 Al_{16} Fe_8 H_{16} O_{56}$$

lauten. Weil aber die beiden Verhältnisse doch nur wenig von einander abweichen, so lässt sich vorläufig noch nicht bestimmen, ob zwei isomorphe Verbindungen von ungleicher Zusammensetzung anzunehmen seien oder nicht. Die reducirte Analyse gibt im Vergleich zu den aus der ersten und den aus der zweiten (der Chloritoidformel) berechneten Zahlen folgendes:

	Sismondin	berechnet	Chloritoid ber.
Kieselsäure	24.92	24.82	23.72
Thonerde	43.05	42.61	40.71
Eisenoxydul	26.73	26.06	28.46
Wasser	6.28	6.51	7.11
	100.98	100	100

Da die mitgetheilte Analyse des Chloritoids auf wiederholten Versuchen beruht und die einfachere Formel gibt, so mag dieselbe für jetzt als diejenige gelten, welche für die hier zusammengehörigen Minerale anzunehmen ist. Wird dieselbe so getheilt, dass ein Silicat und ein Alumiat von gleichem Atomverhältniss resultirt, so hätte man:

$$\left.\begin{matrix} Si_2 Fe_2 H_2 O_7 \\ Al_4 H_2 O_7 \end{matrix}\right\}.$$

wodurch eine geringe Aehnlichkeit mit der Clintonitgruppe angedeutet wird.

Digitized by Google

Sapphirin.

Es besteht eine, wenngleich entfernte Aehnlichkeit in der chemischen Zusammensetzung dieses und des vorigen Minerals, daher es lohnend erschien, beide zu vergleichen. Proben, die bezüglich der Form ein Resultat gegeben hätten, lagen aber nicht vor, es waren aber in der k. k. Hofsammlung zweierlei Minerale, ein hellblaues und ein schwarzblaues Mineral mit diesem Namen belegt. Das erstere zeigte tafelförmige Individuen von sehr unvollständiger Ausbildung. Dieselben zeigten öfters Ecken, welche auf einen regelmässig 6-seitigen Umriss der Krystalle hindeuteten. Von der grössten Fläche *c* aus wurden an einem Individuum die Winkel von 29° 40′ und 59° 30′, an einem anderen die Winkel 44° und 57° und in einer um 60° davon entfernten Zone am letzteren Individuum auch der Winkel von 87° bestimmt. Es zeigte sich eine ziemlich vollkommene Spaltbarkeit parallel einer gegen *c* nahezu senkrechten Fläche, ausserdem wurden auch Risse beobachtet, welche mit den vorigen sich unter ungefähr 60° kreuzten.

Die optische Orientirung konnte wegen Mangel einer Randausbildung nicht genauer bestimmt werden. Eine Auslöschung war ungefähr parallel der vollkommeneren gegen *c* senkrechten Spaltebene. Der Pleochroismus ist ausgezeichnet. Blättchen parallel der Fläche *c* ausgebildet, geben im Dichroskop ein schönes Berlinerblau und ein helles Gelbgrün. Blättchen senkrecht zur vorigen Richtung liefern die letztere Farbe und einen ölgrünen Farbenton.

Descloizeaux hat bekanntlich aus der geneigten Dispersion, welche er im Axenbilde des Sapphirins beobachtete, auf ein monosymmetrisches Krystallsystem geschlossen*). Die vorstehenden unvollkommenen Beobachtungen würden damit stimmen und zugleich eine Aehnlichkeit mit dem Chloritoid angeben.

Die Analyse von Damour gibt als einfachsten Ausdruck

$$2\,SiO_2 . 5\,Al_2O_3 . 4\,MgO.$$

Die hiernach berechneten Zahlen geben im Vergleich zu den Daten der Analyse folgendes:

	Sapphirin	berechnet
Kieselsäure	14.86	15.09
Thonerde	63.25	64.78
Eisenoxydul	1.99	—
Magnesia	19.28	20.13
	99.38	100

Wenn die Formel so gegliedert wird, dass sie ein Silicat und ein Aluminat angibt, so hat man:

$$Si_2Mg_2O_6 + Al_{10}Mg_2O_{17},$$

*) Manuel II. p. XLII.

Digitized by Google

was freilich, wenn das Mineral wasserfrei, nur eine entferntere Aehnlichkeit mit der Zusammensetzung des Chloritoides erkennen lässt, für welche vorhin

$$Si_2 Fe_2 H_2 O_7 + Al_4 H_2 O_7$$

erhalten wurde.

Astrophyllit.

Dieses Mineral hat im Aeusseren einige Aehnlichkeit mit den Sprödglimmern, jedoch haben die krystallographischen Beobachtungen Brögger's gezeigt*), dass in den Winkeln keine Beziehung zu diesen Mineralen besteht. Auch die chemische Zusammensetzung entfernt ihn von dieser Gruppe, zeigt jedoch eine Verwandtschaft mit der Pyroxengruppe an, so dass er wegen seines Wassergehaltes als ein verändertes Mineral aus der letzteren Gruppe angesehen werden könnte. Er würde also zu einem bis jetzt unbekannten Mineral der Pyroxengruppe in einer ähnlichen Beziehung stehen, wie der Bastit zum Bronzit.

Systematik.

Um darzustellen, in welcher Weise die in den aufgezählten Beobachtungen hervortretenden Aehnlichkeiten und Unterschiede zu einer Gruppirung der betrachteten Minerale benutzt werden können, folgt hier noch eine kurze Uebersicht der wichtigsten Thatsachen. Der Margarit wird hier noch einmal aufgeführt, obgleich er schon bei der Glimmergruppe in Betracht gekommen ist, um die Stellung dieses Minerals zwischen den beiden und den darin erkennbaren Uebergang der beiden Gruppen erkennbar zu machen.

Margaritreihe.

Margarit. Aut. Syn. Perlglimmer, Mohs. Corundellit, Clingmannit, Sillim. Emerylith, Smith. Diphanit Nordensk. Monoklin, typische Form c, b, o, q. Ebene der optischen Axen normal zur Symmetrieebene b. Negativ. a bis zu 6^0 von der Normalen auf c abweichend. Dispersion $\varrho < v$. Specifisches Gewicht 2.95 bis 3.1 Zusammensetzung $Si_6 Al_6 H_6 O_{24} + Al_6 Ca_3 O_{12}$. Der Wasserstoff zum kleineren Theil durch Na ersetzt.

*) Diese Zeitschr. 2, 278.

Digitized by Google

Clintonitreihe.

Krystallsystem monoklin. Isomorphie mit Margarit. Optisch negativ, a wenig von der Normalen auf c abweichend. Spec. Gewicht 3.0 bis 3.1. Zusammensetzung $Si_6\,Mg_8\,Ca_2\,H_4\,O_{24}$ und $Al_6\,Mg\,Ca\,H_2\,O_{12}$.

Xanthophyllit. G. Rose. Syn.: Waluewit, Kokscharow. Typ. Form c, x, d. Zusammengesetzte Zwillinge, die oft wie einfache Krystalle aussehen. Ebene der optischen Axen parallel zu b. Dispersion keine oder $\varrho < v$. Zusammensetzung: Beide Verbindungen im Verhältniss 5 : 8.

Brandisit. Liebener. Typ. Form c, p, b, n, g. Vielfach zus. Zwillinge. Ebene der optischen Axen parallel b. Zusammensetzung: Beide Verbindungen im Verhältniss 3 : 4.

Seybertit. Clemson. Syn.: Clintonit, Mather, Chrysophan Breith. Holmit (Holmesit) Thomson. Typ. Form c, p, q, y. Ebene der optischen Axen normal zu b. Zusammensetzung: Die beiden Verbindungen im Verhältniss 4 : 5. Ein merklicher Fluorgehalt.

Chloritoidreihe.

Chloritspath Fiedler. Syn.: Chloritoid G. Rose, Barytophyllit Glocker, Masonit Jackson, Phyllit Thomson, Ottrelit, Descloizeaux und Damour. Sismondin, Delesse. Krystallform monoklin. Typ. Form c, p, m, y. Ebene der optischen Axen parallel b. Linie c von der Normalen auf c ungefähr 12° abweichend. Ausgezeichneter Dichroismus. Specifisches Gewicht 3,4 bis 3,55. Zusammensetzung: $Si_2\,Fe_2\,H_2\,O_7 + Al_4\,H_2\,O_7$. Der Sismondin erscheint als die eisenärmere und demzufolge magnesiareichere Varietät.

NB. Der Cronstedtit, von manchen Autoren in die Nähe des Chloritspathes gestellt, gehört nach den bisherigen Untersuchungen zur Chloritgruppe.

Sapphirin.

Sapphirin Giesecke. Monoklin. Form wahrscheinlich einigermassen ähnlich jener der vorigen Gruppe. Ebene der optischen Axen fast parallel c. Negativ. Spec. Gewicht 3,42 bis 3,47. Zusammensetzung: $Si_2\,Mg_2\,O_6 + Al_6\,Mg_2\,O_{11}$. Nach Damour's Analyse wasserfrei, wonach der Sapphirin keine grosse Aehnlichkeit mit der vorigen Gruppe darböte.

Digitized by Google

Anhang.

Hier folgt die Angabe der Quantitäten für die zuvor angeführten Analysen, welche durchwegs mit sorgfältig ausgewähltem Material angestellt waren.

Brandisit vom Monzoni. *a*) 1,0680 Grm. gaben mit kohlensaurem Natronkali aufgeschlossen 0,0583 Grm. Wasser. *b*) 1,0024 Grm. gaben 0,0527 Grm. Glühverlust, sodann mit kohlensaurem Natronkali aufgeschlossen 0,1880 Gr. Kieselsäure, 0,3920 Gr. Thonerde, 0,0507 Gr. Eisenoxyd, 0,1217 Gr. Kalk, 0,5693 Gr. pyrophosphors. Magnesia. *c*) 0,4929 Gr. Brandisit verbrauchten mit Flusssäure und Schwefelsäure aufgeschlossen 4,1 CC. Chamäleonlösung à 0,005673 Gr. Eisen, demnach entsprechend 0,00624 Gr. Eisen. *d*) 1,0157 Gr. Brandisit gaben mit Flusssäure aufgeschlossen 0,0027 Gr. Chloride von Kalium, Natrium und Lithium.

Seybertit von Amity. *a*) 0,8061 Gr. gaben mit kohlensaurem Natronkali aufgeschlossen 0,0391 Gr. Wasser, 0,1547 Gr. Kieselsäure, 0,3203 Gr. Thonerde, 0,0218 Gr. Eisenoxyd, 0,1057 Gr. Kalk und 0,4718 Gr. pyrophosphors. Magnesia. *b*) 0,3102 Gr. Seybertit verbrauchten mit Flusssäure und Schwefelsäure aufgeschlossen 0,8 CC. Chamäleonlösung à 0,00566 Gr. Eisen, entsprechend 0,00453 Gr. Eisen. *c*) 0,5066 Gr. gaben mit Flusssäure aufgeschlossen 0,0020 Gr. Chlornatrium. *d*) 0,5705 Gr. gaben mit kohlensaurem Natronkali aufgeschlossen 0,0148 Gr. Fluorcalcium, entsprechend 0,0072 Gr. Fluor.

Chloritoid von Pregratten. *a*) 0,7955 Gr. des Minerals gaben mit kohlensaurem Natronkali aufgeschlossen 0,0622 Gr. Wasser, 0,1981 Gr. Kieselsäure, 0,3261 Gr. Thonerde, 0,2190 Gr. Eisenoxyd und 0,0735 Gr. pyrophosphorsaurer Magnesia, entsprechend 0,0265 Gr. Magnesia. *b*) 0,3037 Gr. verbrauchten mit Flusssäure und Schwefelsäure aufgeschlossen 10,7 CC. Chamäleonlösung à 0,0053614 Gr. Eisen, entsprechend 0,07376 Gr. Eisenoxydul.

Sismondin von St. Marcel. *a*) 1,0384 Gr. des Minerals gaben mit kohlensaurem Natronkali aufgeschlossen 0,2703 Kieselsäure, 0,4396 Thonerde, 0,2077 Eisenoxyd, 0,0037 Kalk, 0,2104 pyroph. Magnesia. *b*) 0,5621 Gr. mit Flusssäure aufgeschlossen ergaben 0,0626 Eisen in Oxydulform. *c*) 1,0177 Gr. lieferten beim Glühen eine Wassermenge von 0,0668 Gr.

Digitized by Google

XXX. Ueber den Coquimbit.

Von

A. Arzruni in Berlin.

Die neuen Beobachtungen an dem interessanten und wenig bekannten chilener Minerale, deren Resultate in Folgendem wiedergegeben werden sollen, sind blos ermöglicht worden durch die bekannte Liberalität des Herrn Professor M. Websky, welcher mich auf das in dem hiesigen Universitätsmuseum befindliche von Dr. Meyen im Jahre 1832 gesammelte schöne Material aufmerksam machte und mir dasselbe zur Bearbeitung anbot. Herrn Prof. Websky gebührt also mein aufrichtigster Dank. — Ich will nicht versäumen, auch den Herren Prof. J. Roth und Dr. Th. Liebisch meinen besten Dank auszusprechen für die freundliche Angabe einiger Literaturquellen, welche ich sonst leicht hätte übersehen können.

Die Untersuchung bestand in der Revision der bereits vorhandenen Krystallmessungen, in der Bestimmung der bisher nicht bekannt gewesenen Hauptbrechungsexponenten und in der Ausführung neuer Analysen, welche Herr Stud. Eugen Bamberger im Laboratorium der kgl. Bergakademie, unter der Leitung des Herrn Prof. Finkener freundlichst unternahm. Herrn E. Bamberger will ich nicht unterlassen auch an dieser Stelle meinen besonderen Dank zu wiederholen für die mit aller Sorgfalt ausgeführten Analysen, welche die bereits von H. Rose erkannte Zusammensetzung des Coquimbit auf das Sicherste bestätigen.

Bevor ich zur Mittheilung der von uns gewonnenen Resultate übergehe, mag das über den Coquimbit bisher Bekannte kurz recapitulirt werden.

Die Natur des Minerals, welches schon lange vor Dr. Meyen*) be-

*) Dr. F. J. F. Meyen, Reise um die Erde in den Jahren 1830, 1831 und 1832. Berlin 1834. I, 393 ff.

Digitized by Google

kannt gewesen zu sein scheint, ist stets verkannt worden. Es findet sich einige Leguas nach Osten von Copiapó (Provinz Coquimbo, nördl. Chili) entfernt, beim Dorfe Ramillas, am linken Ufer des Rio de Copiapó in einem Lager in dichtem grünlichen Jaspis, welcher über einem mit Serpentin in Verbindung stehenden dichten Diorit*) liegt. Das Lager befindet sich in einer vollkommen trocknen Gegend »wo es nie regnet«, auf einer Anhöhe, welche zu 100—140 Fuss ansteigt und deren Abhang von verwittertem Eisenvitriol bedeckt ist. Es erreicht eine Mächtigkeit von 15 Fuss und besteht im Wesentlichen aus folgenden Sulfaten: Coquimbit, Copiapit, Stypticit, Haarsalz und Kupfervitriol (wahrscheinlich auch Eisenvitriol). H. Rose**) vermuthet, dass die Sulfate des Eisens durch Zersetzung von Schwefelkies entstanden seien, was um so wahrscheinlicher wird, als Dr. Meyen, zwar nicht in unmittelbarer Nähe des Salzlagers selbst, sondern in einer Entfernung von etwa $1^1/_2$ Leguas davon, Schwefelkies gefunden hat. Die Analysen sowohl von Krystallen, wie von derben Partieen des Coquimbit führten H. Rose zur Annahme der Formel

$$Fe_2(SO_4)_3 + 9H_2O,$$

trotz eines geringen Ueberschusses an Schwefelsäure, in welchem er einen neuen Beweis für die von ihm vermuthete Entstehung des Minerals erblickt.

G. Rose***), welcher die Krystalle einer approximativen Messung unterzog, erkannte, dass sie dem hexagonalen System angehören und folgende Formen aufweisen: $(0001) = oP$; $(10\bar{1}0) = \infty P$; $(10\bar{1}1) = P$; $(11\bar{2}2) = P2$; $(11\bar{2}0) = \infty P2$ und $(11\bar{2}1) = 2P2$. Aus dem Winkel $(10\bar{1}0 . 10\bar{1}1)$, welcher zu 28° 57′—29° 4′ gemessen wurde, und dem aus demselben folgenden Axenverhältnisse: $a : c = 1 : 1{,}562$ wurden berechnet: $(10\bar{1}1 . 1\bar{1}01) = 51° 52'$; $(10\bar{1}1 . 0001) = 61° 0'$ und $(10\bar{1}1 . 10\bar{1}0) = 29° 0'$. In der Winkeltabelle wurden jedoch die beiden letzten Werthe durch ein Versehen mit einander verwechselt, — was sich sowohl aus dem Polkantenwinkel der Pyramide, wie aus dem Axenverhältniss ergiebt und endlich aus der richtigen Angabe des zur Berechnung des Axenverhältnisses zu Grunde gelegten Werthes $(10\bar{1}1 . 10\bar{1}0)$ ersichtlich ist. Trotzdem ist dieser so erklärliche Fehler in eine Reihe von Lehrbüchern unbemerkt übergegangen, von denen hier folgende genannt werden mögen: Breithaupt (1841), Hartmann (1843), Haidinger (1845), Hausmann

*) Nach G. Rose besteht das Gestein aus grüner Hornblende und Albit. (Meyen a. a. O.). Es ist nicht klar, wesshalb dasselbe in mehreren Lehrbüchern als Granit aufgeführt wird.

**) H. Rose, Ueber einige in Südamerika vorkommende Eisenoxydsalze. Pogg. Ann. 27, 309. 1833.

***) Ebenda.

Digitized by Google

(1847), Brooke und Miller (1852), Dufrénoy (1856), Dana, Naumann, die Tabellen von Blum und Fuchs, während in andern (Quenstedt) blos der Polkantenwinkel angegeben wird. — Groth allein (Tabellen, 1874) fiel die Nichtübereinstimmung der Angaben in den Lehrbüchern auf, die von ihm vorgenommene Correction ist aber keine glückliche gewesen, indem er nicht aus dem richtigen Axenverhältniss die verwechselten Winkel corrigirte, sondern umgekehrt aus diesen das denselben entsprechende Axenverhältniss berechnete und an die Stelle des richtigen von G. Rose angegebenen setzte. Dieses neue Axenverhältniss ist darauf auch in die von Zirkel herausgegebene neue Auflage von Naumann's »Elementen« (1877) aufgenommen worden.

Die Kenntniss der optischen Eigenschaften des Coquimbit beschränkt sich auf eine Notiz von Des Cloizeaux*), in welcher angegeben wird, dass das Mineral hexagonal und stark doppelbrechend ist, und auf die Angabe desselben Verfassers über den positiven Charakter dieser Doppelbrechung**).

Die in einigen Handbüchern***) citirte Angabe, dass nach Grailich der Coquimbit monosymmetrisch sein soll, beruht offenbar auf einem Irrthum, indem Grailich†) ausdrücklich betont, dass der im Wiener Hof-Mineralienkabinet befindliche Coquimbit von Copiapó, welcher ihm zur Untersuchung vorlag, sich in allen Beziehungen identisch mit dem Römerit von Goslar verhielt: — in optischer Beziehung, indem er auch zweiaxig und positiv für Roth, negativ für Grün ist; in chemischer Beziehung, indem er in Wasser nicht vollkommen löslich ist, sondern sich dabei gelbe Flitter ausscheiden — also vollkommen abweichend vom Coquimbit. Es ist demnach unzweifelhaft, dass das untersuchte Stück kein Coquimbit war. Sollte es aber dennoch von Copiapó herstammen, so könnte es blos insofern interessant erscheinen, als der Römerit weder vor seinem Auffinden bei Goslar, noch später aus dem chiloner Fundort bekannt geworden ist.

Was die chemischen Eigenschaften und die Zusammensetzung unseres Minerales betrifft, so stammen die einzigen sicheren Angaben von H. Rose:

---

*) Ann. des Mines. **14**, 347. 1858, wo es wörtlich heisst: »Prisme hexagonal regulier, double refraction enérgique.« Wesshalb der geehrte Verfasser die Doppelbrechung als eine energische bezeichnet, ist nicht ersichtlich. Die weiter angeführten Brechungsexponenten deuten eher auf das Entgegengesetzte hin.

**) Nouv. rech. s. l. propr. opt. — Mém. de l'Acad. 1867. Im alphabetischen Verzeichniss ist beim Coquimbit ein +Zeichen gesetzt.

***) Dana, Min. 651; Rammelsberg, Mineralchemie 1. Aufl. 293. 1860; u. a. m.

†) Sitzber. Wien. Akad. **28**, 272. 1858.

Digitized by Google

	Krystalle:	derbe Partieen:
SiO_2	0,31	0,37
SO_3	43,55	43,55
Fe_2O_3	24,11	25,21
Al_2O_3	0,92	0,78
CaO	0,73	0,14
MgO	0,32	0,21
H_2O	30,10	29,98
	100,04	100,24.

Im Jahre 1850 veröffentlichte Blake*) eine Analyse eines Salzes von Copiapó, welches dieselbe Zusammensetzung wie der Coquimbit zeigt und daher auch in manchen Lehrbüchern**) ohne weiteres letzterem zugerechnet wurde. Das Salz soll aber nach Blake regulär krystallisiren und die Form von Octaëdern auch nach dem Umkrystallisiren aus Wasser annehmen. Diese von derjenigen des Coquimbit abweichende Krystallform des Salzes berechtigt uns also nicht, die auf dasselbe bezügliche Analyse als eine für den typischen Coquimbit gültige anzusehen. Wir könnten höchstens hiernach eine Dimorphie für die Verbindung $Fe_2(SO_4)_3 + 9H_2O$ vermuthen.

Ebensowenig gehören hierher die von Borcher, Ahrend und Ulrich analysirten Mineralien vom Rämmelsberge bei Goslar***), wiewohl sie Rammelsberg†) zum Theil zum Coquimbit rechnen will — indem weder ihre chemische Zusammensetzung, noch ihre Krystallform (»unregelmässig sechsseitige Umrisse« — wie Ulrich angiebt) mit denjenigen unseres Minerals übereinstimmen.

A. Scacchi giebt an††), durch Auflösen der bei der Vesuveruption von 1855 sublimirten Krusten und freiwilliges Verdunstenlassen der Lösung röthlichbraune, sechsseitige Säulen von Coquimbit erhalten zu haben, deren Lösung in Wasser sich beim Verdünnen oder Erwärmen trübte. Einer genauen Analyse sind jedoch diese Krystalle nicht unterworfen worden — es wurde blos constatirt, dass sie Eisenoxyd und Schwefelsäure enthielten.

Dass endlich das vom Freiherrn von Bibra†††) untersuchte und in

*) Die Originalarbeit in Boston Journ. of nat. hist. ist mir nicht zugänglich gewesen; daraus zuerst in Dana, Min. 1850, 447. Analyse: $SO_3 = 41,37$, $Fe_2O_3 = 26,79$, $Al_2O_3 = 1,05$, $MgO = 0,30$. $H_2O = 29,40$. $SiO_2 = 0,82$, Summe = 99,73.

**) Rammelsberg, Handwörterb. d. chem. Th. d. Mineralogie 5. Suppl. 101, 1853. — Mineralchemie 1. Aufl. 274, 1860; 2. Aufl. 276, 1876.

***) Ulrich, Hallesche Zeitschr. f. gesammt. Naturwiss. 1854, 22 ff; auch B. Kerl, Berg- und hüttenmänn. Ztg. 1854, 282.

†) Mineralchemie a. a. O.

††) Memoria sullo incendio vesuviano del mese di maggio 1855, 195. Napoli 1855. — Auch J. Roth — Der Vesuv 324, 1857.

†††) Ueber einige Kupfererze aus d. Algodonbai in Bolivien. Journ. f. prakt. Chem. 96, 206, 1865. Die Analyse lieferte: $SO_3 = 30,23$, $Fe_2O_3 = 43,89$, $CaO = 4,21$,

Digitized by Google

Dana's Lehrbuch mit dem Coquimbit vereinigte Mineral von der Algodonbai in Bolivien als nicht dazu gehörig anzusehen ist, scheint kaum zweifelhaft, da die Analyse unmöglich auf die Coquimbit-Formel zurückzuführen ist, da ferner das Salz in Wasser nicht löslich ist (die Lösung enthielt bloss Gyps), und schliesslich jeder weitere Anhaltspunkt fehlt, indem das Mineral nicht in Krystallen angetroffen wurde.

Die einzigen zwei Analysen, welche sich also auf unzweifelhaften *) Coquimbit beziehen, und auf Grund welcher dieses Mineral als neues aufgestellt wurde, sind die beiden von H. Rose veröffentlichten. Dieselben liefern, nach Abzug der Kieselsäure, der Magnesia als $MgSO_4 + 7H_2O$ und des Kalkes als $CaSO_4 + 2H_2O$, Umwandlung der Thonerde in die entsprechende Menge Eisenoxyd und Berechnung auf 100, folgende Zahlen:

	Krystalle:	derb:	Formel:
Fe_2O_3	26,58	26,80	28,47
SO_3	43,59	43,55	42,70
H_2O	29,83	29,65	28,83.

Das Material, über welches ich verfügte, bestand aus einer Reihe von Stufen und losen Krystallen, von denen einzelne bis 2 cm Länge und $1^1/_2$ cm Dicke erreichen. Auf den Stufen neben den Coquimbitkrystallen, welche an der Oberfläche meist etwas verwittert und mit einer gelben Kruste bedeckt, oft aber auch corrodirt und bis in das Innere verwittert sind, sitzen kleine, starkglänzende, dunkelgelbe Krystallschuppen von Copiapit, ferner in bedeutend geringerer Menge Körnchen von Kupfervitriol und eine Reihe von anderen Sulfaten, welche bei der Berührung zerfallen und, ihrer vollkommenen Zersetzung wegen, kaum näher zu definiren sind — es sind allenfalls Thonerdesulfate.

Sowohl in frischen Krystallen, welche meistens tiefer in der Stufe sitzen, wie auch in seinen krystallinisch-derben Massen, welche die Rückseite oder den Kern fast aller Stufen bilden, besitzt der Coquimbit eine hellviolette Farbe, welche in dünnen Partieen kaum wahrzunehmen ist. Er ist nicht hart, dabei aber doch spröde und zeigt einen muscheligen Bruch. Das spec. Gewicht ist nach Breithaupt (von dem auch die Benennung des Minerals herrührt) = 2,092.

Die Krystalle gehören dem hexagonalen Systeme an und besitzen vor-

H_2O = 21,20, Cu und P_2O_5 = Spuren, Summe = 99,53, aus welcher der Verfasser nach Abzug des Gypses, SO_3 = 50,34, Fe_2O_3 = 27,80, H_2O = 21,86 (S. 100) erhalten haben will. Die Zahlen für SO_3 und Fe_2O_3 sind vielleicht verwechselt, dann wäre das Salz ein basisches. Jedenfalls ist aber die Analyse desshalb gänzlich unbrauchbar.

*) Ob die aus Atacama herstammende und von Domeyko analysirte Substanz Coquimbit ist, konnte nicht entschieden werden, da die Originalarbeit mir nicht zugänglich war.

Digitized by Google

wiegend einen kurz-prismatischen Habitus. Sie zeigen die Flächen $(10\bar{1}0) = \infty P$, $(0001) = oP$ und dazwischen, nicht immer gleich gross entwickelt, die Flächen $(10\bar{1}1) = P$. Ausser diesen Formen, welche nie fehlen, gelang es mir durch Messung folgende zu constatiren: $(11\bar{2}0) = \infty P2$, $(11\bar{2}2) = P2$, $(10\bar{1}2) = \frac{1}{2}P$, $(10\bar{1}3) = \frac{1}{3}P$, von denen die beiden letzteren neu sind; $(10\bar{1}3)$ wurde blos an einem Krystall beobachtet. Ferner trat an manchen Krystallen auch, wie schon G. Rose erwähnt, die Form $(11\bar{2}1) = 2P2$ auf, konnte aber an keinem gemessen werden. Die aus Messungen an einer Reihe von Krystallen erhaltenen Werthe sind folgende:

	Gemessen:	Berechnet:	
		Arzruni	Rose
$10\bar{1}1 : 10\bar{1}0$	28° 59′	28° 58′	29° 0′
— : 0001	61 2	—	61 0
— : $1\bar{1}01$	51 53½	51 53	51 52
— : $1\bar{1}00$	64 3½	64 3½	—
— : $11\bar{2}2$	25 56½	25 54	—
— : $10\bar{1}2$	18 42	18 56½	—
$10\bar{1}0 : 1\bar{1}00$	60 0¼	60 0	—
— : $10\bar{1}3$	58 0 approx.	58 56½	—
— : $11\bar{2}0$	30 8	30 0	—
$0001 : 10\bar{1}3$	31 52 approx.	31 3½	—
— : $10\bar{1}2$	42 7½	42 5½	—

Aus dem Werthe $(0001 : 10\bar{1}1)$ ist das Axenverhältniss berechnet worden zu

$$a : c = 1 : 1{,}5645$$
$$(a : c = 1 : 1{,}562 \text{ G. Rose}).$$

Die Spaltbarkeit ist eine wenig vollkommene nach $(10\bar{1}0)$ und noch unvollkommener nach $(10\bar{1}1)$.

Zur optischen Untersuchung wurden zwei Platten senkrecht zur Hauptaxe geschliffen und zeigten beide die vollkommen ungestörte Interferenzfigur einaxiger Krystalle. Der Charakter der Doppelbrechung wurde vermittelst der Glimmerplatte, übereinstimmend mit der Angabe von Des Cloizeaux, als positiv erkannt, was auch durch die Bestimmung der Hauptbrechungsexponenten bestätigt wurde. — Zu diesem letzteren Zwecke wurde aus einem 1 cm langen Krystall ein Prisma geschliffen, dessen brechende Kante parallel der Hauptaxe war und dessen brechender Winkel 30° 8′ betrug. Der Parallelismus konnte aber nicht mit gewünschter Genauigkeit controllirt werden, da die zurückgebliebenen Krystallflächen matt wurden. Der Fehler wird indessen kaum mehr als ein Paar Minuten betragen haben. Die Brechungsexponenten wurden für die Lithium- und die

Digitized by Google

Natriumlinie bestimmt. In der folgenden Tabelle bedeuten δ und δ' die Ablenkungen, ω und ε die Brechungsexponenten für den ordinären resp. extraordinären Strahl.

	δ	δ'	ω	ε
Li-Licht	16° 59′	17° 17′	1,5376	1,5468
Na-Licht	17 14½	17 32½	1,5455	1,5547.

Aus den angeführten Zahlen ist es ersichtlich, dass die beiden Brechungsexponenten nicht so sehr von einander verschieden sind, indem die Differenz nicht einmal eine Einheit in der zweiten Decimale beträgt. Die Doppelbrechung ist also keine starke, dagegen ist die Farbendispersion eine ziemlich beträchtliche.

Zur Ermittelung der chemischen Zusammensetzung des Coquimbit wurden nur sorgfältig ausgesuchte Krystalle verwendet. Die von Herrn E. Bamberger gebrauchte analytische Methode war folgende: Die Krystalle wurden ungepulvert in schwach mit Salzsäure angesäuertem Wasser bei mässiger Erwärmung gelöst und, nachdem die als Verunreinigung vorhandene Kieselsäure (wahrscheinlich Quarzeinschlüsse) abfiltrirt war, wurde die Lösung in zwei Portionen getheilt. In der einen wurde die Schwefelsäure als Baryumsulfat bestimmt, während in der anderen Eisenoxyd und Thonerde zuerst mit Ammoniak, unter Zusatz von Chlorammonium, zusammen gefällt wurden. Darauf wurde der Niederschlag in Salzsäure gelöst und die Lösung in kochende Kalilauge eingetragen; das in Folge dessen gefällte Eisenoxydhydrat abfiltrirt und nach Auflösen in Salzsäure von Neuem mit Ammoniak gefällt und so lange ausgewaschen, bis keine Reaction auf Chlor (aus dem zugesetzten Chlorammonium) mehr wahrzunehmen war. Im Filtrate, welches nach der Behandlung mit Kalilauge zurückblieb, wurde die Thonerde mit Ammoniak gefällt. Im ersten Filtrate endlich wurde die Magnesia als phosphorsaure Ammoniakmagnesia ausgeschieden. Eine sorgfältige Prüfung auf Kalk erwies seine Abwesenheit (H. Rose giebt in seinen Analysen Kalk an). Dagegen konnte vermittelst Ferrocyankalium die Gegenwart von Eisenoxydul constatirt werden, jedoch in quantitativ nicht bestimmbarer Menge. Zur Wasserbestimmung wurde eine besondere Portion Krystalle im Luftbade bis 358° erhitzt.

Es wurden zwei Analysen an unabhängig von einander ausgesuchten Krystallen ausgeführt, was die Uebereinstimmung der aus ihnen gewonnenen Zahlen um so werthvoller erscheinen lässt.

I. Analyse. 1. Portion. Angewandte Menge = 0,3688 Grm., darin H_2O = 0,1069 Grm., indem die Gewichtsabnahme in folgender Weise vor sich ging:

Digitized by Google

Temp.	Gew. in Grm.	Verlust in Grm.
15°	0,3688	—
250	0,2078	0,1010
302	0,2029	0,0049
352	0,2019	0,0010
358	0,2019	0,0000
		0,1069.

2. Portion. Angewandte Menge = 0,588 Grm. gab: $Fe_2O_3 = 0,13305$; $Al_2O_3 = 0,02775$; $MgO = 0,0027$; $SiO_2 = 0,0069$; $SO_3 = 0,2451$; (H_2O auf die Menge 0,588 reducirt = 0,1704); also Summa = 0,5859.

II. Analyse. Angewandte Menge = 1,1839 g; darin: $SiO_2 = 0,0140$; $MgO = 0,00284$; $Fe_2O_3 = 0,32875$; $Al_2O_3 = 0,07088$; $SO_3 = 0,63854$; der Rest, H_2O, würde 0,42889 betragen.

Rechnet man die Kieselsäure als Verunreinigung und die Magnesia als $MgSO_4 + 7H_2O$ ab, so erhält man

	I.		II.
Fe_2O_3	23,56	23,65	22,63
Al_2O_3	4,91	4,93	4,88
SO_3	42,45	42,61	43,57
H_2O	28,70	28,81	(28,92)*)
	99,62	100,00	

In derselben Weise berechnet, würden die beiden Analysen von H. Rose geben:

	I.	II.
Fe_2O_3	25,23	25,69
Al_2O_3	0,96	0,79
SO_3	43,82	43,74
H_2O	29,99	29,78
	100,00	100,00

Von den Bestimmungen des Hrn. E. Bamberger sind diejenigen der Schwefelsäure und des Eisenoxydes in der zweiten Analyse entschieden genauer, da dieselbe mit grösseren Mengen und dazu entschieden reinerem Materiale ausgeführt wurde. Die Mengen Thonerde sind in beiden Analysen fast ganz gleich, wie auch das Wasser, welches sich in der zweiten Analyse aus der Differenz ergiebt, fast genau mit der sorgfältigen Bestimmung desselben in der ersten übereinstimmt. Vergleichen wir diese neuen Analysen mit denen H. Rose's, so stellt sich ebenfalls eine befriedigende Uebereinstimmung heraus, wenn wir den Coquimbit — wie es kaum anders geht — als isomorphe Mischung der Sulfate, des Aluminiums und des Eisens, be-

*) Die hier und auch später in Klammern gesetzte Zahl ist nicht durch directe Bestimmung, sondern aus der Differenz abgeleitet.

Digitized by Google

trachten. Um diesen Vergleich übersichtlicher zu machen, verwandeln wir die Thonerde aller Analysen in die ihr entsprechende Menge Eisenoxyd und erhalten dann:

	Bamberger		H. Rose		Formel
	I.	II.	I.	II.	
Fe_2O_3	30,48	29,57	26,58	26,80	28,47
SO_3	41,48	42,33	43,59	43,55	42,70
H_2O	28,04	(28,10)	29,83	29,65	28,83
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Mit der Formel stimmen die neuen Analysen, besonders die H_2O-Bestimmung und die SO_3 der zweiten, besser als die älteren.

Sollte man endlich durch eine Formel das Verhältniss der Mengen des Thonerdesulfats zum Eisenoxydsulfat ausdrücken wollen, so entsprächen die von Hrn. E. Bamberger ermittelten Zahlen am besten der Zusammensetzung:

$$(\tfrac{1}{4}Al_2 + \tfrac{3}{4}Fe_2)(SO_4)_3 + 9H_2O.$$

Digitized by Google

XXXI. Mineralogische Bemerkungen.

(V. Theil.)

Von

H. Laspeyres in Aachen.

(Mit 1 Holzschnitt.)

10. Die chemischen Untersuchungen der Epidotgruppe.

Bald wird es ein Jahrhundert, dass man begonnen hat, sich wissenschaftlich mit der chemischen Untersuchung der Epidotgruppe zu beschäftigen.

In dieser Zeit sind zum Theil von den bekanntesten Mineralchemikern zahlreiche Mittheilungen über diesen Gegenstand veröffentlicht und weit über hundert Analysen zur Beantwortung der Frage nach der chemischen Zusammensetzung der Epidote und Zoisite ausgeführt worden.

Hat man nun durch alle diese Mühen und Arbeiten schliesslich seinen Zweck erreicht? Kennt man die chemische Zusammensetzung oder die allseitig befriedigende empirische Formel dieser Mineralien?

Nach der Ansicht der meisten Mineralogen seit einigen Jahren — ja!

Die Absicht der folgenden Seiten ist, durch neue Untersuchungen zu beweisen, dass man meines Erachtens dieses Ziel noch nicht erreicht hat.

§ 1. Literatur und Allgemeines.

Um späteren Bearbeitern dieser Frage den Weg zu kürzen und um bei dem unvermeidlichen, häufigen Zurückgreifen meinerseits auf die früheren Arbeiten das Citiren möglichst zu vereinfachen, will ich gleich zu Anfang mit laufender Nummer, welche das Citat abgeben wird, die bisherigen Originalmittheilungen über den vorliegenden Gegenstand chronologisch zusammenstellen.

Digitized by Google

1*). 1788—89. Memorie delle R. Accad. delle scienze di Torino. 308. (Auszug: Journ. d. mines. 1803. **13**, 135.)
Napione: Manganepidot von St. Marcel.

2. 1796—97. Journ. des mines. **5**, 415.
Collet-Descotils: »analyse de la Thallite« von Chalanches im Dauphiné.

3*. ? ?
(Auszug: Journ. d. mines. 1803. **13**, 135.)
Vauquelin: Analyse des Epidot von Arendal.

4. 1802. Klaproth, Beiträge z. chem. Kenntniss d. Mineralkörper **3**, 282.
Klaproth: »Untersuchung der Scorza« (sandiger Epidot) von Muska, Siebenbürgen.

5. 1803. Journ. des mines **13**, 185.
Cordier: »Analyse du minéral connu sous le nom de Mine de manganèse violet du Piémont.«

6*. 1804 (?). Annales du muséum d'histoire naturelle **5**, 149.
(Auszug: Hauy, Traité de min. II ed. **2**, 571.)
Laugier: Analyse eines grauen Epidot aus Wallis.

7. 1806. Gehlen, Journal f. d. Chem. u. Phys. **1**, 193 und Klaproth, Beiträge 1807. **4**, 179.
Klaproth: »Chemische Untersuchung des Zoisit« von der Saualpe.

8. 1806. Gehlen, Journal u. s. w. **1**, 197.
Buchholz: »Analyse des Zoisit« von Gefrees.

9. 1810. Klaproth, Beiträge u. s. w. **5**, 41.
Klaproth: »Chemische Untersuchung des mürben Zoisit vom Randelgraben in Kärnthen.«

10*. 1821. Stromeyer, Untersuchungen über die Mischung der Mineralkörper **1**, 378.
Stromeyer: Analyse des Zoisit von Sterzing.

11*. 1824. Geffken: Epidotorum quorundam analysis, dissertatio; Jenae.
(Auszug: Rammelsberg, Handb. d. Mineralchemie 1860, 749.

12*. 1828. Annals of the Lyceum of natural history of Newyork **9**. (Auszug: Jahrb. für Min. 1833, 425.)
Thomson: Analyse eines manganhaltigen Epidot von Franklin.

13*. 1828. Kongl. Vetensk. Akad. Handlingar, Stockholm 167.
(Auszug: Poggendorff's Annalen 1829, **16**, 488.)
Hartwall: Untersuchungen des »Epidote manganésifère.«

14. 1829. Annales des mines II ser. **5**, 313 und Mémoires de l'académie de France **8**, 284.
Beudant: »Analyse de trois variétés d'Epidote.«

15*. 1835. Records of general science by Thomson **2** und Outlines of mineralogy a. s. o. by Thomson **1**, 271, 365, 416.
Thomson: Analyse des Zoisit von Williamsburgh und Saualpe.

16. 1835. Journal für practische Chemie **5**, 212.
v. Kobell (Besnard): Analyse des Epidot von Grossarl bei Salzburg.

17. 1840. Poggendorff's Annalen **49**, 539.
Gmelin: »Chemische Untersuchung des Thulit« von Suland, Tellemarken, Norwegen.

18*. 1841. Bulletin de l. société impér. des naturalistes de Moscou 112. (Auszug: Rammelsberg, Handwörterbuch u. s. w. I. Suppl. 1843, 48.)

---

*) Die bestern Abhandlungen standen mir nicht zur Einsicht offen, sondern nur deren genannte Auszüge oder Abdrücke.

Digitized by Google

Wagner: Analyse des Puschkinit*) aus den Jakowleff'schen Ländereien am Ural.

19. 1841. Berzelius, Jahresbericht über die Fortschritte der phys. Wissensch. **20**, 234.
Sobrero: Analyse des Manganepidot von Piemont**).

20. 1841. Rammelsberg, Handwörterbuch d. chem. Theils d. Mineralogie **1**, 244.

21. 1843. - Supplement I (zu Nr. 20) 47.

22. 1845. - - II (zu Nr. 20) 48.

23. 1846. Poggendorff's Annalen **68**, 509.
Rammelsberg: »Mineralanalysen« (Epidot von Guttannen und Arendal).

24. 1846. Annalen der Chemie und Pharmac. **59**, 363.
Kühn (Bredt): »Mineralanalysen« (Zoisit von Zwiesel, Epidot von Arendal, Penig, Geyer, Dauphiné).

25. 1848. Journal für pract. Chemie **43**, 35 und 84.
Hermann: »Ueber die Zusammensetzung des Epidot u. s. w.«***)

26*. 1848. Haidinger, Berichte üb. Mittheil. v. Freunden d. Naturwiss. in Wien **3**, 114. (Auszug: Kopp u. Liebig, Jahresbericht 1847/48, 1174 und Kenngott, Uebers. min. Forsch. 1844—49, 149.)
Richter: Analyse des Zoisit von Passeyer.

27. 1849. Poggendorff's Annalen **76**, 89 u. Rammelsberg Handwörterb. IV. Suppl. 58.
Rammelsberg: »Bemerkungen über die chemische Zusammensetzung des Epidot und Orthit.«

28. 1849. Poggendorff's Annalen **78**, 414.
Berlin: »Der Thulit v. d. Eisensteingrube Klodeberg bei Arendal in Norwegen.«

29. 1849. Journ. f. pract. Chemie **47**, 464 und Archiv d. Pharmacie **57**, 273.
Baer: »Epidot von Bourg d'Oisans.«

30. 1849. The american journal of sc. a. arts II. ser. **8**, 384.
(Auszug: Journ. für pract. Chemie 1850, **49**, 201.)
Silliman: »On Unionite.«

31*. 1850. Berichte der Acad. in Brüssel v. 1. Juni (Auszug: Kopp und Liebig, Jahresbericht 1850, 744 u. Rammelsberg, Suppl. V, 1853, 104 u. Institut 1850, 292.)
Drapier: Analyse des Epidot von Quenast.

32*. 1850. Bull. d. l. soc. géologique de France II. ser. **7**, 543. (Auszug: Kopp, Jahresbericht 1850, 744 und Rammelsberg V. Suppl. 1853, 104.)
Lory: Analyse des Epidot von Chalanges im Dauphiné.

33. 1851. Journal für pract. Chemie **52**, 250.
Hermann: »Nachträgliche Bemerkungen über die Zusammensetzung der Epidote u. s. w.«

34. 1851. Poggendorff's Annalen **84**, 458.
Rammelsberg: »Bemerkungen über die Zusammensetzung des Epidot.«

35. 1852. Journal für pract. Chemie **55**, 455.
Hermann: »Bemerkungen über die Zusammensetzung des Epidot.«

36. 1853. Poggendorff's Annalen **90**, 307.
vom Rath: »Epidot in der Form des Wernerit von Arendal.«

37. 1858. Rammelsberg, Handwörterbuch u. s. w. V. Suppl. 105.
Wandel: Analyse des Epidot von Auerbach.

---

*) Vergl. Osersky (Verh. d. k. russ. min. Ges. zu St. Petersburg 1842, 66, Hermann und Auerbach (Journ. f. pract. Chemie 1848, **43**, 91).

) Vergl. Sobrero (Memorie delle R. accad. delle scienze di Torino **38, 23 und 1841, ser. II, 62).

***) Vergl. Rammelsberg. Suppl. IV, 1849, 58.

Digitized by Google

38. 1853. Journ. f. pract. Chemie **59**, 464 u. The american journal of sc. a. arts II. ser. **15**, 244.
Smith und Brush: »Unionit identisch mit Oligoklas.«
39. 1854. Poggendorff's Annalen **91**, 387.
Scheerer (Richter): »Epidot nach Paläo-Epidot.«
40. 1854. Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wissensch. in Wien (math. naturw. Cl.) **14**, 358. (Auszug: Journ. f. prakt. Chemie 1855, **64**, 346.)
Schrötter: »Ueber ein neues Vorkommen von Zirkoniumoxyd« im Zoisit der Saualpe.
41. 1855. Poggendorff's Annalen **95**, 501.
Stockar-Escher, Scheerer, Richter: »Ueber die Zusammensetzung der Epidote.«
42. 1855. Annales de chimie et de physique **43**, 1.
Deville: »Recherches sur les métaux.«
(S. 18. Anm. Analyse des Manganepidot von St. Marcel.)
43*. 1856. Monatsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 605. (Abdruck Journ. für pract. Chemie 1857, **70**, 221.)
Rammelsberg: »Ueber d. Zoisit und seine Beziehungen zum Epidot, sowie über die Zusammensetzung des Letzteren.«
44. 1857. Poggendorff's Annalen **100**, 133.
Rammelsberg: »Ueber den Zoisit und seine Beziehungen zum Epidot.«
45. 1857. Journ. für pract. Chemie **70**, 321.
Hermann: »Ueber die chem. Constitution der Epidote.«
46. 1858. Journ. für pract. Chemie **75**, 167 und Verhandl. d. k. Ges. d. Wissensch. zu Leipzig (math. phys. Cl.) 165.
Scheerer: »Bemerkungen über d. chem. Constitution d. Epidote u. Idokrase.«
47. 1858. Journ. f. pract. Chem. **75**, 456 u. The american journal of sc. a. arts II. ser. **26**, 69.
Brush: Analyse des Unionit von Unionville.
48. 1858. v. Kokscharow, Materialien zur Mineralogie Russlands **3**, 282. Analyse eines Epidot v. Achmatowsk.
49. 1859. Journ. für pract. Chemie **78**, 295.
Hermann: »Fortgesetzte Untersuchungen über die Zusammensetzung der Epidote und Vesuviane.«
50. 1860. Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie 749, 1020.
51. 1860. Journ. für pract. Chemie **81**, 233 und Bull. d. l. soc. imp. d. naturalistes d. Moscou **33**, 194.
Hermann: »Nachträgliche Bemerkungen über die Zusammensetzung der Epidote.«
52. 1862. The american journal of sc. a. arts II. ser. **33**, 197 und **34**, 244
Genth (Trippel): »Lime-Epidote« from the Polk County Mine, East Tenessee.
53. 1862. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. **14**, 428.
vom Rath: »Grauer Epidot aus Maigels.«
54. 1864. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. **16**, 6.
Rammelsberg: Pistacit von Hasserode, Harz.
55. 1866. Comptes rendus de l'acad. d. sciences **62**, 100.
Pisani: »Thulit compacte de Traversella (Piémont).«
56. 1867. Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 834.
Sandberger: Chromzoisit aus dem Pinzgau*).

*) Vergl. Breithaupt, chromhaltiger Zoisit von Rauris in Salzburg. Berg- und hüttenm. Zeitung 1865. **24**, 342.

Digitized by Google

57*. 1867. Oefversigt af k. Vet.-Akad. Förhandlingar Stockholm **1**, 11.
(Auszug: Jahrb. für Mineralogie 1868, 203.)
Igelström: Manganepidot aus Wermland.
58. 1871. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. **23**, 268.
Herter: Thulit von Souland.
59. 1871. Jahrbuch für Mineralogie 449.
Kenngott: »Ueber die Zusammensetzung des Epidot.«
60. 1872. Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellsch. **24**, 69.
Rammelsberg: »Ueber d. Zusammensetzung d. Epidot vom Sulzbachthale.«
61. 1872. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. **24**, 465 und Tschermak, Mineralog. Mittheil. 187.
Ludwig: »Ueber die chemische Formel des Epidot.«
62. 1872. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. **24**, 649.
Rammelsberg: »Ueber die Zusammensetzung des Epidot und Zoisit.«
63. 1872. Jahrbuch für Mineralogie 120.
v. Drasche: Analyse des Epidot vom Sulzbachthale.
64*. 1872. Geol. Föreningens Stockholm Förhandl. **1**, 7. (Auszug: Jahrb. für Mineral. 1873, 585.)
Nordenskiöld: Epidot von Nohl bei Kongelf, Schweden.
65. 1872. Tschermak, Min. Mittheil. 258.
Schlemmer: Analyse des »Epidot von Zöptau in Mähren.«
66. 1872. Tschermak, Min. Mittheil. 259.
Mauthner: Analyse des »Epidot aus dem unteren Sulzbachthale, Pinzgau.«
67. 1872. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. zu Wien (math. phys. Cl.) **66**, 200.
Kottal: »Analyse des Epidot aus dem Untersulzbachthale in Salzburg.«
68. 1873. Monatsber. der Berliner Akademie 437.
Rammelsberg: »Ueber die Zusammensetzung des Manganepidot.«
69. 1873. The american Journ. of sc. a. arts III. ser., **6**, 184.
Smith: Analyse des Zoisit von Nordcarolina.
70. 1873. Transactions of the american philosophical society, Philadelphia **8**, 374, 406 und 1874 Journal für pract. Chemie **117**, 70.
Genth: Analyse des Zoisit von Cullakenee.
71. 1875. Rammelsberg, Handb. der Mineralchemie 594.
72. 1875. Tschermak, Mineral. Mittheil. 175.
Dölter: »Epidot vom Allochetthale.«
73. 1875. Journal für pract. Chemie **120**, 365.
Laspeyres: Der Wassergehalt im Epidot vom Sulzbachthale.
74. 1876. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. **28**, 258, 262.
Lüdecke: Analyse des Zoisit und Epidot von Syra.
75. 1876. E. E. Schmid, der Ehrenberg bei Ilmenau geol. und litholog. beschrieben. Jena 8°. (Auszug: Jenaische Zeitschr. für Med. und Naturwiss. (2) **3**, 56 und Jahrb. für Min. 1876, 566 und Kopp, Jahresbericht 1876, 1287.)
Brockhoff: Analyse des Epidot von Ilmenau.
76. 1876. Tschermak, Mineral. Mittheil. 175.
Suida: »Ueber das Verhalten des Eisenoxydes (im Epidot vom Sulzbachthal) bei hohen Temperaturen.«

Digitized by Google

Zur Epidotgruppe gehören der eigentliche Epidot oder Pistacit, der Manganepidot oder Piemontit, der Puschkinit, der sogenannte Bucklandit von Achmatowsk, der Zoisit, der Thulit, der Withamit und der Unionit.

Den Piemontit erkannte Cordier (5) in Folge einer chemischen Analyse als eine »braunsteinhaltige Varietät des Epidot«. Vorher hatten ihn Napione (1), Saussure und Hauy für eine unreine Braunsteinart gehalten*). Nach Breithaupt**) »reiht sich aber derselbe in seinen genetisch-wesentlichen Kennzeichen an die Zoisite an«. Die sehr selten beobachteten und noch seltener messbaren Krystalle mit terminalen Flächen***) stimmen dagegen nach Descloizeaux†) mit dem Epidot überein.

Dass der Puschkinit aus dem Ural Epidot ist, beweisen Wagner (18) und Hermann (25) chemisch, Auerbach (25) und v. Kokscharow krystallographisch.

Die Isomorphie des sogenannten Bucklandit von Achmatowsk mit dem Epidot entdeckte G. Rose, ihre analoge chemische Zusammensetzung wies Hermann (25) nach.

Den Zoisit stellen Hauy††) und Bernhardi (8) nach seinen physikalischen Eigenschaften zum Epidot, Buchholz (8) und Gmelin (17) schliessen sich in Folge ihrer Analysen dieser Ansicht an. Steffens†††) macht dagegen schon auf die physikalischen Unterschiede beider Mineralien aufmerksam. Brooke und Miller*†) trennen beide krystallographisch, halten sie beide aber für monoklin und den Zoisit isomorph mit Euklas. Rammelsberg (43. 44) erörtert eingehend ihre chemische Uebereinstimmung, während nach Descloizeaux's*††) optischen Untersuchungen der Zoisit rhombisch krystallisirt. Die Dimorphie von Epidot und Zoisit ist über jeden Zweifel noch nicht erhaben, weder chemisch noch krystallographisch, man kann sie nur als höchst wahrscheinlich bezeichnen.

Den Thulit haben Brooke und Levy*†††) zum Epidot gestellt, Gmelin (17) zeigt durch eine Analyse, dass chemisch Nichts dagegen spricht, während später Descloizeaux†*) optisch die Uebereinstimmung mit dem Zoisit nachwies.

---

*) Voyages dans les Alpes 1796, **4**, 78, 456.

) Berg- u. hüttenm. Zeitung 1865, **24, 341. Quenstedt, Mineralog. 1877, 346.

***) Viele Krystalle, die mir als solche gezeigt wurden, sind nicht Piemontit, sondern ein röthlichbrauner Vesuvian.

†) Manuel de minéralogie 1862, **1**, 254.

††) Journ. d. mines 1806, **19**, 365.

†††) Oryktognosie **1**, 74.

*†) Phillips, Mineralogy 1852, 306.

*††) Ann. d. mines 1859, **16**, 219. Comptes rendus 1861, **52**, 789.

*†††) Phil. Mag. 1831, **10**, 109.

†*) Comptes rendus 1861, **52**, 789.

Digitized by Google

Der chemisch noch nicht untersuchte Withamit hat nach Descloizeaux*) die Form des Epidot.

Mit dem Namen Unionit bezeichneten die Amerikaner mehrere bei Unionville vorkommende Mineralien. Das, was Silliman (30) zuerst so genannt hat, gehört nach der Analyse keinesfalls zur Epidotgruppe. Das von Smith und Brush (38) als Unionit analysirte Mineral erkannten diese Forscher schon als Plagioklas an. Was schliesslich Brush (47) analysirt hat, ist ein normaler, fast eisenfreier Zoisit (§ 15).

An die meisten, in den vorstehenden Arbeiten niedergelegten Untersuchungen knüpfen sich meine so eng an, dass es mir für die mit diesem Gegenstande nicht genau vertrauten Leser nöthig erscheint, gleichzeitig auf die bisher gewonnenen chemischen Resultate und auf meine Beobachtungen den Blick zu richten.

Die meisten und wichtigsten früheren Arbeiten hatten wie die meinigen hauptsächlich den Zweck durch chemische Analysen 1) zu erforschen, ob alle Epidote und Zoisite dieselbe chemische Zusammensetzung besitzen und 2) eine allen Beobachtungen genügende chemische Formel für diese Mineralien zu finden.

Dass diese Absicht lange nicht erreicht werden konnte, ist schon aus der grossen Zahl von unternommenen Analysen und Arbeiten zu schliessen.

Den Grund hiervon werden wir finden theils in der mehrfach vorgekommenen Ungenauigkeit der Beobachtungen, theils in der Mangelhaftigkeit der befolgten analytischen Methoden, theils in der Unreinheit des analysirten Materials, theils an mannigfaltigen theoretischen Voreingenommenheiten, denen man höheren Werth einräumte als den Beobachtungen, und schliesslich theils darin, dass man immer an die Hauptfrage nach der Formel zuerst herangetreten ist, ohne zuvor die mit entscheidenden Vorfragen genügend beantwortet zu haben.

Diese Vorfragen sind:

1. Die Löslichkeit der Substanz,
2. Die Verunreinigungen derselben,
3. Die Bestandtheile derselben,
4. Die Oxydationsstufen des Eisen und Mangan in derselben,
5. Der Glühverlust und Wassergehalt derselben,
6. Die Schmelzbarkeit der Substanz.

Da sich auf die Beantwortung dieser Vorfragen ganz vorzugsweise meine Untersuchungen richten mussten, will ich sie zunächst an der Hand des schon von Anderen Erforschten behandeln.

---

*) Manuel de minéralogie 1, 252.

Digitized by Google

§ 2. Die Löslichkeit der Epidote und Zoisite

wird sehr widersprechend angegeben. Die meisten Autoren, Ludwig (61), Pisani (55), Brush (47), Stockar-Escher, Scheerer, Richter (41), stimmen Rammelsberg (23. 34. 50. 68. 71) bei, dass sich beide Mineralien nach hinreichend starkem und langem Glühen (oder auch Schmelzen) in Salzsäure gleich leicht und vollständig unter Abscheiden von Kieselgallerte lösen, während sie in ungeglühtem Zustande gar nicht oder fast gar nicht von dieser Säure angegriffen werden.

Hermann (25. 35) glaubte gefunden zu haben, dass die Löslichkeit dieser Mineralien nach dem Glühen verschieden sei, und schloss daraus auf eine ungleiche Zusammensetzung dieser Mineralien (33) (§ 8).

vom Rath (53) fand weder den frischen noch den stark geglühten Epidot von Maigels löslich.

Diese Angaben berichtigt Rammelsberg (23. 34. 43. 44. 50) dahin — und alle meine Versuche bestätigen dieses, — dass eine theilweise Löslichkeit und Gallertbildung nur Folge einer nicht genügend stark und lang erfolgten Glühung sind. Glüht man nämlich den bleibenden Rückstand noch einmal, oder die ursprüngliche Substanz stärker und bis zum constanten Gewichte, so tritt die zuvor vermisste Lösung mit Gallertbildung vollkommen ein.

Andere z. B. Besnard (16), Baer (29), auch Rammelsberg (43. 44), geben dagegen auch für die frische Substanz eine theilweise, noch Andere sogar eine gänzliche Zersetzung in concentrirter Salzsäure bei anhaltendem Kochen an z. B. Cordier (5) und Nordenskiöld (64).

Dass sich beide Mineralien in zugeschmolzenen Röhren bei gesteigerter Temperatur in Salz- und Schwefelsäure zu steifer Gallerte zersetzen, ist bekannt, der Manganepidot unter Chlor- oder Sauerstoffentbindung, welche das Glasrohr leicht sprengt (68).

Die völlige Löslichkeit der frischen Substanz in kochender concentrirter Salzsäure kann ich für den Manganepidot von St. Marcel und den Epidot vom Sulzbachthale mit aller Bestimmtheit, und für alle anderen Epidote und Zoisite als höchst wahrscheinlich, aussprechen.

Allerdings erfordert die gänzliche Zersetzung ein überaus feines Pulver und eine sehr lange Zeit.

Für meine Analysen (§ 9 u. § 10) habe ich Wochen lang jeden Tag 4 bis 8 Stunden das Pulver auf dem Sandbade sieden lassen, natürlich zur Abhaltung aller Verunreinigungen in frisch destillirter, ganz reiner Salzsäure und in bedeckter Platinschale. Die Kieselsäure scheidet sich dabei flockig ab.

Am langwierigsten war es, die letzten gröbsten Pulverkörner zu zersetzen. Deshalb stellte ich Versuche an, ob man nicht, ohne bei der Ana-

Digitized by Google

lyse Fehler zu begehen, dieselben wie unlöslichen fremden Rückstand in Abzug bringen kann, wenn man Substanz und Rückstand bei 106° trocknet.

In allen Beobachtungsfällen sahen die wochenlang mit Salzsäure gekochten Körnchen unter dem Mikroskope selbst bei starker Vergrösserung in ihren physikalischen Eigenschaften genau so aus wie frisches Pulver; man ist also zu der Annahme berechtigt, dass die Substanz in Salzsäure nicht zuerst chemisch mehr oder minder verändert und später erst ganz zerlegt wird, sondern dass sie direct, Molecül für Molecül, aus dem unberührten Zustande in den der Lösung übergeht.

Deshalb kann man auch theilweise gelöste Substanz zur Analyse verwenden, vorausgesetzt dass sie keine unlöslichen Einschlüsse enthält. Die Epidote sind nun aber niemals ganz rein (§ 3), man macht folglich von der theilweisen Lösung bei genauen Analysen besser keinen Gebrauch.

§ 3. Die Verunreinigungen der Epidote und Zoisite.

Dieses Verhalten der Epidote und Zoisite gegen Säuren giebt uns ein Mittel, die zur Analyse bestimmte Substanz auf chemischem Wege von einer grossen Menge fremder Einschlüsse zu reinigen, nämlich von allen, welche in Salzsäure unlöslich oder leicht löslich sind, sowie zum Theile von denen, welche schwerer als Epidot und Zoisit löslich sind.

Diese die Resultate der Analyse mehr oder weniger beeinträchtigenden Verunreinigungen sind zum Theil beim Zerkleinern der Substanz im Stahlmörser und in der Achatreibschale hinzugeführt und können mithin ganz beseitigt werden.

Vorherrschend sind sie aber natürliche Verunreinigungen von mitbrechenden Mineralien, welche »makroskopisch« und »mikroskopisch« die Epidote und Zoisite begleiten.

Selbst bei der sorgfältigsten Auswahl des analytischen Materials unter der Lupe, was nur wenige Untersucher der Epidote — Cordier (5), Stockar-Escher, Scheerer (41), Ludwig (61), Rammelsberg (68), Dölter (72) — gethan zu haben angeben, lassen sich die »makroskopischen« Verunreinigungen nur bis zu einem gewissen Grade fernhalten, welcher bei eingewachsenen Krystallen oder gar bei derben Stücken gering ist (§ 9 und § 13).

Als Verunreinigungen der Epidote und Zoisite werden genannt:

1. Ganz oder fast ganz unlöslich in kochender Salzsäure: Quarz, Orthoklas, Albit, Oligoklas, Hornblende (Tremolit, Strahlstein, Byssolith, Asbest), Augit (Diopsid, Violan), Smaragdit, Omphacit, Glimmer z. Th., Talk, Turmalin, Cyanit, Zirkon, Korund, Rutil, Spinell, Titaneisen, Romeït;

2. nicht ganz oder schwerlöslich in kochender Salzsäure: Chlorit (Helminth), Glimmer z. Th., Orthit z. Th., Glaukophan, Granat, Vesuvian,

Digitized by Google

Axinit, Titanit (Greenovit), Perowskit, Eisenglanz, Flussspath, Kupferkies, Schwefelkies;

3. mehr oder weniger leicht löslich in heisser Salzsäure: Olivin, Serpentin, Orthit z. Th., Prehnit, Chabasit, Skapolith, Scheelit, Magneteisen, Braunit (Marcelin);

4. leicht löslich in kalter und schwacher Salzsäure: Calcit und Apatit.

Bei weitem am häufigsten sind die unlöslichen, besonders der Quarz, und die leichtlöslichen, vor allen der Kalkspath.

Einer chemischen Reinigung der Substanz von Kalkspath gedenkt nur Cordier (5) für den Piemontit.

Als mikroskopische Verunreinigungen werden angegeben von Rosenbusch*) nur »hie und da« Quarzkörner im Epidot, und im Zoisit von Gefrees nur auffallend lange, blaugrünliche, sehr feine Nadeln von Amphibol, von Lüdecke (74) nur im Zoisit (nicht Epidot) von Syra unbestimmbare Mikrolithen**), Talk- Glimmer- und Chloritschuppen und von Riess***) im Zoisit des Eklogit nur seltene, gut krystallisirte Säulchen, wahrscheinlich von Omphacit. Nach Zirkel†) ist der Epidot von Arendal und Bourg d'Oisans fast immer ganz frei und rein von eingewachsenen fremden Krystallen.

Mögen auch in einem Dünnschliffe die mikroskopischen Einschlüsse nur hie und da sich zeigen, so summiren sie sich doch in der für eine Analyse nöthigen Substanz so, dass man sie chemisch isoliren, wiegen und unter das Mikroskop bringen kann.

Auf diese Weise habe ich in allen Epidoten und Zoisiten, selbst in den oberen, unter der Lupe völlig einschlusslosen Enden der schönen Epidotkrystalle aus dem Sulzbachthale 1,130%, aus dem Zillerthale 0,448% und aus dem Dauphiné 0,679% in Salzsäure Unlösliches gefunden, was sich ganz oder zum grössten Theile (§ 10—12) chemisch und mikroskopisch als Quarz, zum allerkleinsten Theile als nicht gelöste Substanz erwies.

Im späthigen Zoisit von Valtigels fanden sich sogar 10,271% Unlösliches (§ 13).

Wie viel von dem so gefundenen Quarze der Achatreibschale entstammt, ist für den Zweck der Analyse ganz gleichgiltig.

Alle bisherigen Analysen mit wenigen, zufälligen Ausnahmen (§ 15) sind dadurch mehr oder minder falsch, denn sie geben zu viele Kieselsäure — oft sogar mehrere Procente zuviel — an, da je nach dem Gange der Analyse die Verunreinigungen durch unlösliche Silicate oder Quarz ent-

*) Mikroskopische Physiographie 1, 269, 336.

**) Nach Lüdecke (74) auch im Zoisit von Sterzing und Wustuben.

***) Tschermak, Min. Mitth. 1878, 1, 199.

†) Mikroskopische Beschaffenheit d. Min. u. Gest. 198.

Digitized by Google

weder ganz oder zum grössten Theile unter der angegebenen Kieselsäure sich befinden.

Wurde nämlich, wie das zuerst ganz allgemein, später noch öfters geschah, das Mineral mit starker Basis oder deren Carbonat aufgeschlossen, so wurden es zugleich die Silicat-Verunreinigungen, deren Säure zur Säure des Epidot, deren Basen zu dessen Basen gingen. Wurde dagegen das geglühte Mineral in Salzsäure gelöst, so versteckten sich die feinen Körnchen der nicht zersetzten Silicate und des Quarzes in der Kieselgallerte und wurden ihrer ganzen Menge nach als Kieselsäure des Epidot bestimmt, denn bei keiner früheren Analyse findet sich die Angabe, dass man die lösliche Kieselsäure von den etwa vorhandenen, unlöslichen Silicaten chemisch zu trennen versucht habe.

So kann man beispielsweise nachweisen, dass die von Rammelsberg (43. 44.) analysirten Zoisite, welche er auf beide Weisen in Lösung gebracht hat, unter Anderm auch durch unlösliche Magnesiasilicate verunreinigt gewesen sein müssen, denn die Analyse mit Natriumcarbonat giebt stets weniger Kieselsäure und mehr Magnesia als die mit Salzsäure.

Die von Hermann (45) und Scheerer (46) geäusserte Ansicht, die Epidotkrystalle seien so rein und frisch, dass sie für die Entscheidung theoretischer Fragen —, die Hermann'sche Heteromerie und die Scheerer'sche polymere Isomorphie — besonders geeignet seien, ist deshalb ohne Weiteres nicht begründet.

Das zu meinen Analysen gewählte Material wurde deshalb auf folgende Weise mechanisch und chemisch gereinigt.

Wenn es anging, wurden nur solche aufgewachsene Krystalle genommen, welche unter der Lupe sich ganz rein erwiesen, und von diesen nie das untere, aufgewachsene und deshalb leicht unreine Drittel. Eingewachsene Krystalle des Piemontit und Zoisit wurden in stecknadelknopfgrosse Stücke zerschlagen und unter einer Lupe möglich rein herausgelesen.

Das mechanisch so gut als thunlich gesäuberte, und für alle beabsichtigten Untersuchungen hinreichende Material wurde im Stahlmörser zu grobem Pulver zerdrückt und zuerst mit verdünnter, dann wenige Minuten mit concentrirter Salzsäure gekocht.

Obwohl sich in so kurzer Zeit noch keine merkbare Menge Epidot (Zoisit) löst, wurde das mit Wasser ausgewaschene Pulver zur Lösung etwa doch schon abgeschiedener Kieselsäure noch ganz kurze Zeit mit einer Lösung von Natriumcarbonat gekocht und darauf mit heissem Wasser rein ausgewaschen, an der Luft getrocknet, in der Reibschale aufs feinste gepulvert, durch Schütteln innig gemischt und entweder lufttrocken oder im Thermostat bei 106° bis zum constanten Gewicht getrocknet zur Analyse genommen.

Digitized by Google

Will man sich das langwierige Lösen der frischen Substanz kürzen, so kann man, wie darauf gerichtete Versuche gezeigt haben, ohne merklichen Fehler in der Analyse zu begehen, vorher die Substanz bei möglich niedrigster Temperatur — am besten in doppeltem Platintiegel über Bunsenschen Brenner — glühen, so dass keine Spur Sinterung der Epidot- (Zoisit-) Körner weder unter einander noch mit den fremden Mineraleinschlüssen eintritt, und zwar bis zum constanten Gewicht. Dazu gehört oft stundenlanges Glühen und Umrühren des Pulvers. Jede voreilige Unterbrechung des Glühens rächt sich durch einen ungeglühten und deshalb schwer löslichen Rückstand.

Die Trennung der löslichen Kieselsäure von dem Unlöslichen mit heisser Lauge von Natriumcarbonat gelingt am sichersten, wenn das Gemenge nicht getrocknet oder gar geglüht, sondern nur das rein abgespritzte Filter verbrannt wird. Etwa noch am ungelösten Rückstande haftende Spuren von Thonerde und Eisenoxyd des Epidot (Zoisit) lösen sich nun sehr rasch in heisser Salzsäure. Den Rückstand bestimmt man entweder auf gewogenem 106° trockenen Filter oder trocknet ihn allein bei 106° und verbrennt das möglichst reine Filter für sich.

§ 4. Die Bestandtheile der Epidote und Zoisite.

Alle Epidote und Zoisite enthalten Silicium, Aluminium, Eisen, Mangan*), Calcium, Wasserstoff und Sauerstoff.

Neben diesen wesentlichen Bestandtheilen geben die Analysen noch Kohlenstoff, Bor, Chlor, Fluor, Lithium, Natrium, Kalium, Magnesium, Zirkonium, Chrom, Kupfer, Zinn, Titan und Vanadin an.

Nach meinen Untersuchungen sowie nach manchen früheren Arbeiten (59. 61) rühren diese unwesentlichen Bestandtheile von fremden Einschlüssen (§ 3), auch von unreinen Reagentien oder fehlerhafter Analyse her.

Die Mehrzahl der Analysen giebt einen meist unter 1 % betragenden Gehalt von Magnesia an, der in vielen Fällen aber auch zu mehreren % sich erhebt, während ich bei meinen Analysen höchstens unbestimmbare, meist noch zweifelhafte Spuren auffinden konnte. Die häufigsten Begleiter der Epidote und Zoisite sind nun magnesiumhaltig. In einigen Fällen (30. 69) erscheint es nicht bloss wegen der vielen Magnesia, sondern auch aus anderen Gründen zweifelhaft, ob die untersuchte Substanz zu der Epidotgruppe gehört.

In anderen Fällen (63) mag die Angabe von Magnesia darauf zurück-

*) Die meisten Analysen geben die Spuren von Mangan in den gewöhnlichen Epidoten und Zoisiten, welche sorgfältige Analysen stets darin gefunden haben, nicht an. Alle von mir geprüften Epidote und Zoisite färben die schmelzende Soda deutlich bis dunkel blaugrün.

Digitized by Google

zuführen sein, dass bei der Analyse nicht alle Kalkerde mit Ammoniumoxalat, sei es durch zu geringen Zusatz dieses Reagens, sei es durch zu frühes Filtriren des Calciumoxalat, ausgefällt worden ist, und nachher mit Natriumphosphat als Magnesia bestimmt wurde.

Die bei manchen Analysen bis über 2% steigenden Alkalien lassen auf Glimmer- und Feldspath-haltiges Material oder auf unreine Reagentien schliessen; die guten alten und meine Analysen haben in reinem Materiale keins finden können, wohl aber im unlöslichen Rückstande (§ 9 u. 13).

Ob der von Breithaupt und Sandberger (56) im Zoisit angegebene Gehalt von Chrom als Oxyd ein Vertreter der Thonerde ist, wurde bis jetzt durch Versuche nicht festgestellt. Das von Smith (69) angeführte (0,52%) Chromoxyd findet sich in einem ganz zweifelhaften Minerale.

Die Auffindung von etwas Kupfer durch Sobrero (19) im Manganepidot von St. Marcel, der bekanntlich mit Braunsteinen, die anderwärts oft kupferhaltig sind, verwachsen vorkommt, kann ebensowenig befremden wie die gleiche Angabe von 0,24% Kupferoxyd in dem mit Kupferkies verunreinigten Epidot (wohl Zoisit?) von Polk County (52). Ich habe im reinen Manganepidot ausser Mangan, Eisen und Zinn kein Schwermetall auffinden können.

Von dem vermeintlichen Kohlensäure-Gehalt der Epidote und Zoisite wird in § 6 die Rede sein.

Das unter trockenem Luftstrome aus allen von Ludwig (61) und Scheerer (41) untersuchten Epidoten abdestillirte Wasser reagirte schwach sauer und enthielt Spuren bis 0,02% Chlor oder Salzsäure. Ob dasselbe aber aus dem Minerale oder, was mir wahrscheinlicher, aus der Atmosphäre des Laboratorium stammt, ist nicht festgestellt worden.

Das aus dem Epidot von Bourg d'Oisans unter Luftabschluss von mir abdestillirte Wasser reagirte niemals sauer. Man kann mit der Angabe von Chlor in den Mineralien nicht vorsichtig genug sein, weil sie so häufig mit Salzsäure gereinigt werden oder zufällig in Berührung kommen.

Fluor giebt nur Silliman (30) im Unionit an, dessen Analyse aber (§ 1) nicht der Zoisitzusammensetzung entspricht. Hermann (25) hat bei seinen auf Fluor gerichteten Versuchen dasselbe nicht gefunden.

Borsäure wird nur von Hermann (18. 25) im Puschkinit des Ural und im Epidot von Burowa und Achmatowsk genannt. Da in allen diesen Fällen zugleich Alkali, z. Th. sogar lithiumhaltiges angegeben wird, kann man sich des Gedankens an eine Verunreinigung durch Turmalin nicht erwehren. Nach Descloizeaux*) deutet die grüne Färbung der Löthrohrflamme durch den Zoisit von Goshen auf Borsäure.

Zinn hat Sobrero (19) in allen von ihm geprüften scandinavischen

*) Ann. des mines 1859, 16, 225.

Digitized by Google

Epidoten am meisten, fast 1% Zinnsäure in dem von Orrijärfvi in Finnland, sowie (0,40% SnO_2) im Manganepidot von St. Marcel und im Braunstein von dort gefunden. Im Manganepidot habe ich ebenfalls Zinn nachweisen können, zur quantitativen Bestimmung desselben und zur Untersuchung, ob das Zinn als Zinnsäure die Kieselsäure im Epidot vertrete, fehlte mir schliesslich das Material.

Durch die bekannte Verunreinigung des Epidot mit mehreren Titan-Verbindungen erklärt schon Rammelsberg (22) den Titangehalt. Im Epidot von St. Marcel*) und Sulzbachthal habe ich vergeblich nach Titansäure geforscht.**)

Die von Berlin (28) im Thulit von Klodeberg aufgefundene Vanadinsäure (0,22%) konnte Herter (58) im Thulit von Souland nicht nachweisen.

Den von Kulesza (Schrötter) (40) im Zoisit der Saualpe beobachteten Gehalt von 2% Zirkonsäure hat schon Rammelsberg (43. 44. 50. als Verunreinigung durch eingeschlossene, von Mohs und Anderen darin beobachtete Hyacinthen nachgewiesen***).

Die Kalkniederschläge aller Analysen wurden von mir auf das sorgfältigste, aber stets vergeblich, auf Baryum und Strontium geprüft. Phosphorsäure wurde von mir ebenfalls nirgends gefunden.

§ 5. Die Oxydationsstufen des Eisens und Mangans im Epidot und Zoisit.

Die analytische Chemie hat erst spät zuverlässige Methoden ausfindig gemacht, in sogenannten unlöslichen Silicaten das Eisenoxydul genau zu ermitteln. Ueber die Bestimmung der Oxydationsstufen des Mangans in solchen Silicaten finden sich nur die Versuche von Berzelius†) und von Deville (42) angegeben (§ 9).

Es ist deshalb über die Oxydationsstufen beider Metalle im Epidot und Zoisit früher viel theoretisirt und hin und her gestritten worden.

Früher nahm man meistens alles Eisen und Mangan als Oxyd und dieses als Vertreter der Thonerde an. Thomson (12), Gmelin (17), Kühn (24), Richter (26), Drapier (31), Lory (32) und Pisani 55 beanspruchten jedoch für beide Metalle den Oxydulzustand als stärkere Basis und Geffken (11), Sobrero (19), Kühn (24), Berlin (28) und Igelström (57) nahmen beide Oxydationsstufen an, immer ohne angestellte Versuche, einer gewünschten Formel oder einer Theorie entsprechend, was man am besten bei Kühn sieht, welcher nach allen drei Modalitäten die bequemste Formel sucht.

---

*) In welchem Rammelsberg (68) Spuren Titansäure angiebt.

) Nach der Knop'schen Methode, diese Zeitschrift **1, 1877, 58.

***) Vergl. auch Riess in Tschermak, Min. Mittheil. 1878, **1**, 203.

†) Jahresbericht 1841, **20**, 189.

Digitized by Google

Erst Hermann (25. 33. 35. 45. 49. 51) hat sich wissenschaftlich dieser Frage angenommen und sie durch unermüdliche Versuche zu lösen versucht, da seine Resultate namentlich von Rammelsberg (27. 34. 50. 54. 60. 62. 71) bezweifelt wurden.

Hermann (25) bestimmte nach der Fuchs'schen Methode das Eisenoxydul neben meist sehr viel grösseren Mengen von Eisenoxyd in allen von ihm untersuchten Epidoten und Zoisiten (1,86—5,55% in 10 Epidoten und Zoisiten; 9,19% im sogenannten Bucklandit von Achmatowsk), indem er in doppeltverschlossenem Platintiegel durch Glühen die Substanz für Salzsäure löslich machte.

Rammelsberg (27) konnte im Epidot von Arendal (nach Hermann mit 1,86 und 5,20% Oxydul) und im Epidot von Bourg d'Oisans (mit 5,55% Oxydul nach Hermann) auf verschiedenem Wege kein oder kaum Spuren Oxydul nachweisen und bezeichnete deshalb die von Hermann befolgte Methode als nicht entscheidend, weil beim heftigen Glühen der Substanz ein Theil des Eisenoxyds reducirt sein könnte.

Dadurch entspann sich zwischen beiden Chemikern ein jahrelang sehr lebhaft geführter Streit über diese Frage, der ganz gewiss dazu beigetragen hat, unsere jetzigen Methoden, in unlöslichen Silicaten die Oxydationsstufen des Eisens zu bestimmen, zu zeitigen, denn nur der Nachweis des Eisenoxyduls im ungeglühten Epidot konnte, wie Rammelsberg (27) gleich anfangs hervorhob, entscheidend sein.

Hierbei wurde Rammelsberg von Stockar-Escher (44) und Scheerer (46) unterstützt, von denen der Erstere mit den »empfindlichsten Reagentien« in den sorgfältig in doppelten Platintiegeln geglühten Epidoten der Schweiz, der Letztere in der unter Kohlensäure-Atmosphäre in Salzsäure gelösten Schmelze des staubfreien, mittelst eines starken Magneten gereinigten Epidotpulvers mit Boraxglas durch Titriren mit Chamäleonlösung ebenfalls kein Eisenoxydul finden konnten.

Als nun schliesslich Rammelsberg (50) aber doch in einigen mit Boraxglas eingeschmolzenen Epidoten*) neben Oxyd 1,65—3,60% Oxydul durch Titriren mit Chamäleon fand, erklärte er dieses Oxydul als Folge des Glühens des Oxyd an sich oder durch reducirende Gase der Feuerung, weil der geglühte Epidot I desselben Fundortes doppelt so viel Oxydul enthielte, als der mit Borax eingeschmolzene II:

	I	II
z. B. Traversella	7,46%	3,60%
–	4,20 –	2,20 –

und weil schwach geglühter Epidot weniger Oxydul enthielte als stärker geglühter (54).

*) und im sogenannten Bucklandit von Achmatowsk 5,57% *FeO*.

Digitized by Google

Einen höheren Gehalt an Eisenoxydul in manchen Epidoten, wie z. B. in dem von Achmatowsk, in welchem Rammelsberg unter der Lupe eingewachsene Oktaëder von Magneteisen entdeckte, glaubte er durch fremde Einschlüsse erklären zu müssen.

Endgültig entschieden wurde diese Frage erst, als man in zugeschmolzenen Röhren bei erhöhter Temperatur oder mittelst Flusssäure in Kohlensäure-Atmosphäre alle Silicate in Schwefelsäure lösen und den Eisenoxydulgehalt mit Kaliumpermanganat titriren lernte.

Alle Epidote erwiesen sich nun oxydulhaltig, aber in sehr geringem Grade, nämlich:

Epidot	von	Sulzbach	nach	Rammelsberg	(60) = 0,38%
-	-	-	-	Ludwig	(61) = 0,92 -
-	-	-	-	-	(61) = 0,94 -
-	-	-	-	v. Drasche	(63) = 0,88 -
-	-	-	-	Mauthner	(66) = 0,95 -
-	-	-	-	Kottal	(67) = 0,33 -
-	-	-	-	Suida	(76) = 0,52 -
-	-	Allochet	-	Dölter	(72) = 0,45 -
-	-	Ilmenau	-	Brockhoff	(75) = 0,30 -

Sind nun auch die Beobachtungen über den Oxydulgehalt der Epidote in frischem und in geglühtem Zustande meist nicht an derselben Substanz und früher nach schlechten Methoden, zum Theil sogar an Magneteisen haltender Substanz angestellt worden, so darf man dennoch aus ihnen schliessen, dass die von Rammelsberg, Stockar-Escher und Scheerer ausgesprochene Ansicht, dass das Eisenoxydsilicat beim Glühen und beim Einschmelzen mit Boraxglas theilweise, je nach der längeren oder kürzeren Einwirkung mehr oder weniger zu Oxydulsilicat reducirt werde, begründet ist. Zum Beweise glühte Rammelsberg (60) den Sulzbacher Epidot bei möglichstem Luftabschluss und erhielt statt 0,38% jetzt 2,85% Eisenoxydul, beim Einschmelzen mit Borax unter gleichen Umständen sogar 5,5%.

Damit stimmen nun meine Beobachtungen meist überein.

Die Glühungen nahm ich bei niedriger und deshalb stundenlang anhaltender Temperatur und, so weit möglich, zur Abhaltung der Flammengase in einem festzugedeckten kleinen Platintiegel in einem grossen, ebenfalls gut geschlossenen Platintiegel in dem stark oxydirenden Theile eines Bunsen'schen Brenners vor und zwar, da es sich zugleich um Ermittelung des Glühverlustes handelte, bis das Gewicht selbst nach zweimaligem einstündigen Glühen constant war.

Die Eisenoxydulbestimmung in der frischen und geglühten Substanz geschah stets nach der von Classen*) und Dölter**) empfohlenen

*) Grundriss der analytischen Chemie 1875, 129.

**) Tschermak, Min. Mittheil. 1877, 66, 279.

Digitized by Google

Cooke'schen Methode: Zersetzung der Substanz mittelst Schwefel- und Flusssäure in einer Atmosphäre von reiner, weder oxydirende noch reducirende Gase haltender Kohlensäure und Titriren mit Kaliumpermanganat. Die Resultate dieser Methode erwiesen sich sehr zufriedenstellend, nachdem der Apparat einige Verbesserungen erfahren hatte. Die Flusssäure wurde aus reinem Flussspath und reiner Schwefelsäure in einer Bleikammer stets frisch von mir dargestellt, und zeigte wie die anderen gebrauchten Reagentien niemals die geringste Einwirkung auf die wiederholt titrirte Chamäleonlösung. Die Bürette war von mir genau nach Angabe von Bunsen calibrirt, so dass diese Bestimmungen auf die grösstmögliche Genauigkeit Anspruch erheben dürfen.

Die Resultate waren folgende:

I. Eisenoxydul der 106° trockenen Substanz,

II. - - geglühten Substanz, bezogen auf Procente der 106° trockenen Substanz,

III. Menge des reducirten Eisenoxyds.

	I.	II.	III.
1a. Epidot von Bourg d'Oisans	0,610%,	0,733%*),	0,136%,
2a. Epidot vom Sulzbachthal	0,710 -	0,862 -	0,169 -

Das erzielte constante Gewicht deutet darauf hin, dass unter bestimmten Umständen nur bis zu einem gewissen Grade die Reduction stattfindet. Aendert man die Umstände ab, so ändert sich auch der Grad. So wurde z. B. der aus 1a erhaltene Rückstand in einfachem, gut bedecktem Platintiegel in demselben Flammentheile so stark als möglich bis zum constanten Gewichte geglüht und zeigte nun:

	I.	II.	III.
1b. Epidot von Bourg d'Oisans	0,610%,	1,238%,	0,698%.

Beim Schmelzen des 106° trockenen Epidotpulvers vom Sulzbachthale in der Oxydationsflamme des Gasgebläses in verdecktem Platintiegel beträgt der Gewichtsverlust nach 20 Minuten = 3,063%

- 50 - = 3,314 -

- 80 - = 3,314 -

der Wassergehalt ist nach § 10 = 1,994 -

mithin hat stattgefunden eine Sauerstoffabgabe von = 1,320 -

die Substanz enthält (§ 10) 12,286% Eisenoxyd, welches bei völliger Reduction zu Oxydul 1,229% Sauerstoff abgiebt.

Da sich beobachtete und berechnete Sauerstoffabgabe fast genau decken, geht das Eisenoxydsilicat des Epidot beim Schmelzen in Weiss-

*) Bei einem anderen Versuche mit anderem Materiale desselben Fundortes, unter Kohlensäurestrom in verdünnter 100° heisser Schwefelsäure gelöst und titrirt fand ich 0,684% Eisenoxydul.

Digitized by Google

gluth im Platintiegel innerhalb der Oxydationsflamme in reines Oxydulsilicat über.

Beim Einschmelzen des lufttrockenen Epidot von Bourg d'Oisans innerhalb eines einfachen bedeckten Platintiegels in der Oxydationsflamme eines Bunsen'schen Brenners mit Boraxglas, welches nach $2^1/_4$stündigem Schmelzen keine Spur Gewichtsverlust mehr gezeigt hat, findet ebenfalls eine von der Zeit des Schmelzens abhängige Reduction statt,

denn nach	15	Minuten	betrug	der	Glühverlust	1,181%
-	45	-	-	-	-	2,127 -
-	195	-	-	-	-	2,334 -
-	495	-	-	-	-	2,629 -

Weiter bis zum constanten Gewichte wurde das Schmelzen nicht fortgesetzt. Da der Wassergehalt der lufttrockenen Substanz (§ 11) 1,930% beträgt, hat eine Sauerstoffabgabe von 0,699% stattgefunden, welche einer Reduction von 6,990% Eisenoxyd entspricht.

Ganz ähnliche Resultate hat Suida (76) beim Epidot von Sulzbach erhalten. Der Eisenoxydulgehalt betrug:

1) im frischen Zustande 0,520%
2) $1^1/_2$ Stunde in dreifachem Platintiegel mit Boraxglas unter Kohlensäurestrom vor dem Gasgebläse geschmolzen 0,810%—1,320 -
3) $1^1/_2$ Stunde in Porzellanrohr mit Borax unter Stickstoffstrom geschmolzen 0,661%—1,405 -
4) 4 Stunden in Glasrohr mit Borax unter Stickstoffstrom geschmolzen —2,337 -
5) $1^1/_2$ Stunde in Porzellanrohr unter Stickstoffstrom geglüht 1,244 -

Der Umstand, dass Rammelsberg (27), Stockar-Escher (41) und Scheerer (46) im geglühten Epidot, in welchem Hermann Oxydul nachgewiesen hatte, zuerst kein Oxydul auffinden konnten, lässt vermuthen, dass beim Glühen wirklich keine Reduction, sondern sogar eine Oxydation der geringen Oxydulmengen des Epidot stattgefunden habe.

Die Möglichkeit dieser Annahme beweisen einige Beobachtungen von mir.

Scheinbar genau unter den obigen Umständen, bei welchen eine Reduction des Epidot durch das Glühen stattgefunden hatte, zeigte der Zoisit von Valtigles beim Glühen eine Oxydation von 0,548% Oxydul, denn

die 106° trockene Substanz enthielt	0,829% Oxydul
die geglühte nur	0,281 - -

Dass das nicht an der Substanz liegt, beweist die Beobachtung, dass

Digitized by Google

die zur Analyse (§ 13) verwandte 106° trockene Substanz beim Glühen im einfachen Platintiegel 2,018% verlor,
der Wassergehalt ist 1,934 -
imithin die Sauerstoffabgabe 0,084 -

welche der Reduction von 0,840% Eisenoxyd entspricht.

Die oben genannte Oxydation war vielleicht begründet in einem nicht beachteten, längeren Luftzutritt wegen schlechten Tiegelverschlusses.

Man kann mithin beim Glühen von Eisensilicaten aus der Anstellung des Versuches niemals beurtheilen, ob eine Reduction oder Oxydation stattfindet.

Die Ansichten über die Ursache dieser Reduction gehen auseinander. Während Rammelsberg (27. 50. 60) und Suida (76) nicht abgeneigt zu sein scheinen, dieselbe als eine Dissociation nur in Folge der Hitze zu erklären, schieben Scheerer (46) und Ludwig (61) dieselbe den reducirenden Flammengasen zu, deren Zutritt bei doppelt verschlossenen Platintiegeln und den von ihm gebrauchten Vorsichtsmassregeln Hermann für unmöglich hält, während Scheerer meint, gegen die reducirenden Flammengase sei der beste Tiegelverschluss nicht vollständig. Ludwig sucht durch folgenden Versuch seine Ansicht zu begründen. Ein Krystall mit 0,92% Eisenoxydul wurde unter einem Strome von reinem Stickstoff in Platinrohr geglüht und erkaltet; das so behandelte Mineral wurde dann in zugeschmolzenem Glasrohr, in welchem die Luft durch Kohlensäure verdrängt war, mit Schwefelsäure aufgeschlossen und titrirt, es ergab 0,96% Eisenoxydul auf die ungeglühte Substanz berechnet.

Nach dem vorhin Mitgetheilten ist dieser Versuch nicht entscheidend, und der Beweis nicht erbracht, dass die Glühung stark und lange genug für die Zersetzung der Substanz gewesen ist.

Die Annahme von grösseren Mengen reducirender Gase in der Oxydationsflamme eines Bunsen'schen Brenners oder gar des Gasgebläses und deren directes Eindringen in den doppeltverschlossenen Tiegel erregen Bedenken.

Ich halte deshalb diese Reduction für eine Folge der von Deville und Anderen*) nachgewiesenen starken Diffusionsfähigkeit (besonders für Wasserstoffgas) des glühenden Platins und Porzellans, durch welche an sich nicht reducirende Gase und Dämpfe durch Zerlegung in reducirende verwandelt werden können.

Für die Richtigkeit dieser Ansicht spricht meine wiederholte Beobachtung, dass diese Reduction in einem geschlossenen Rohre von schwerschmelzbarem Glase, das so weit bekannt nicht Diffusion zeigen soll, nicht eintritt.

*) Will, Jahresbericht 1863, 23. Chem. Centralblatt 1873, 798. Polytech. Journ. **209**, 468. Journ. für pract. Chemie 1875, **120**, 356, 366.

Digitized by Google

Allerdings widersprechen diesen Beobachtungen einige von Suida (76) angeführte Versuche, welche aber unter nicht zweifellosen Umständen angestellt zu sein scheinen, deren Entwickelung hier zu weit führen dürfte.

Der Manganepidot von St. Marcel enthält neben Mangan- und Eisenoxyd auch einige Procent Oxydul (2,988% nach § 9), was schon Sobrero (19) angiebt. Wie beim gewöhnlichen Epidot scheint auch bei diesem durch das Glühen bald eine Oxydation, bald eine Reduction, bald keine von beiden einzutreten, je nach den näheren Umständen des Glühens, denn der direct bestimmte Wassergehalt ist auch hier bald grösser, bald kleiner, bald gleich dem Glühverluste.

Schmilzt man den lufttrockenen Piemontit in der Oxydationsflamme des Gebläses in gut verschlossenem Platintiegel, so wird der Glühverlust

immer grösser und schliesslich constant	= 3,785%
der Wassergehalt des Minerals ist (§ 9)	= 2,099 -
es hat also eine Sauerstoffabgabe von	= 1,686 -

stattgefunden. Die Substanz enthält (nach § 9) 13,241% Mangan- und 1,245% Eisen-Oxyd, welche bei Reduction zu Oxydul 1,467% Sauerstoff abgeben. Es hat sich also auch hier das Oxydsilicat in der Weissgluth in Oxydulsilicat umgewandelt, was auch dadurch bewiesen wird, dass die Schmelzmasse fast farblos ist und ihr Pulver in heisser Salzsäure nur eben noch Spuren Chlor entwickelt, denn ein in das Reagensglas gehaltener Tropfen von Jodkaliumlösung wurde nur ganz schwach gebräunt.*)

Wie der kleine Gehalt an Oxydul in dem Epidot aufzufassen ist, wurde bisher meist unerörtert gelassen. Diese Frage wird uns noch in § 14 näher beschäftigen.

Nach Rammelsberg (60) kann ein so geringer Gehalt nicht in Betracht kommen, er hält deshalb (68. 71) im Epidot alles Mangan und Eisen als Oxyd für einen Vertreter der Thonerde.

Nach Ludwig (61) beeinträchtigt die geringe Menge Oxydul die Formel zu wenig, ob man es unbeachtet lässt oder der Kalkerde isomorph betrachtet. Bei Berechnung der Formel fasst er es, wie allgemein üblich, in letzterem Sinne auf. Das hat Sobrero (19) schon 1841 gethan.

Den Eisenoxydulgehalt in allen Fällen und ganz auf eingemengtes Magneteisen zu beziehen**) wird durch meine Untersuchungen widerlegt.

---

*) Rammelsberg (50. 68. 71) fand beim Glühen 2,5%, beim Schmelzen 2,5 bis 2,76% Gewichtsverlust und erhielt ein braunes Glas mit braungelbem Pulver, hat also nicht lange genug oder bei Luftzutritt geschmolzen.

**) Zirkel-Naumann, Mineralogie 1877, 540.

Digitized by Google

§ 6. Der Glühverlust und Wassergehalt der Epidote und Zoisite.

Man weiss jetzt, dass der Glühverlust aller Epidote und Zoisite von etwa 2% beim starken Erhitzen in reinem Materiale, abgesehen von kleinen Mengen Sauerstoff (§ 5), aus Wasser besteht.

Wenn derselbe so lange und von so Vielen ganz übersehen oder als unwesentlich — nur secundär von der ursprünglich wasserfreien Substanz aufgenommen — vernachlässigt worden ist, so findet das seine Erklärung z. Th. darin, dass das Wasser erst in lebhafter, länger fortgesetzter Rothgluth vollständig austritt, und dass früher die Wenigsten an die Möglichkeit dachten, ein Salz könne Wasser enthalten, welches erst bei der Schmelzhitze des schwerstschmelzbaren Glases austrete.

Bald erhielten die Analytiker beim Epidot einen Glühverlust von 2—2½%, bald einen kleineren, bald gar keinen, je nach der Stärke und Dauer des Glühens. Ein so schwankender Glühverlust oder Wassergehalt konnte leicht zu der Annahme von dessen secundärer Natur führen.

Ebenso wurde eine Zeit lang eifrig gestritten, ob der Glühverlust aus Kohlensäure oder Wasser bestände.

Nichts desto weniger haben schon die frühesten, sonst so dürftigen Analysen der Epidote und Zoisite von Napione (1), Descotils (2), Klaproth (4), Laugier (6), Buchholz (8), Stromeyer (10), Geffken (11), Thomson (15), Gmelin (17), Kühn (24) den Glühverlust mehr oder weniger richtig bestimmt und als Wasser erkannt.

Schon Napione (1) spricht von »3% Eau et acide carbonique«, Buchholz (8) von »2% Krystallwasser oder Verlust in Weissgluth«. Es ist deshalb ganz irrig, wenn sich spätere Chemiker die Entdeckung des Wassergehaltes zuschreiben.

Näher mit der Grösse und Beschaffenheit des Glühverlustes der Epidote, Zoisite, Bucklandite, Vesuviane, Turmaline hat sich erst Hermann (25) beschäftigt. Er hielt ihn zum grössten Theile für Kohlensäure, weil das nach seiner Ansicht ganz entwässerte (d. h. bei niedriger Temperatur erhitzte) und natürlich von allen Verunreinigungen durch Carbonate befreite Mineral, in geschmolzenes Boraxglas eingetragen und beim Glühen oder Schmelzen in einem Porzellanrohre, Gase entwickelte, welche Kalkwasser trübten und kein Fluorcalcium bildeten. Die Menge der Kohlensäure bestimmte Hermann indirect aus dem Glühverlust im Windofen.

Später zeigten Richter (26), Scheerer (39) und Stockar-Escher (41), dass der Glühverlust aus Wasser bestände. Kohlensäure und Fluor konnte Stockar im Glühverlust nicht auffinden; derselbe betrug bei 7 alpinen Epidoten 2,02—2,46%. Scheerer (41) bestätigte diese Beobachtungen an vier anderen Epidoten mit 2,05—2,11% Glühverlust, erhielt

Digitized by Google

aber ausser etwas Salzsäure (§ 4) beim Glühen getrockneter Substanz in einem Porzellanrohre eine Trübung im vorgelegten Barytwasser, also Spuren von Kohlensäure. Andere flüchtige Körper in bestimmbarer Menge konnte er in den Epidoten nicht auffinden.

Damit stimmen die Beobachtungen am Zoisit von Rammelsberg (43. 44) völlig überein (2,08—2,23% Glühverlust an frischem Materiale), und Hermann (45) erkannte in Folge davon den Glühverlust als Wasser mit Spur Kohlensäure an.

Die gewissenhaften Untersuchungen von Scheerer (41) haben aber gezeigt, dass die Kohlensäure nicht dem reinen Epidot entstammen kann, sondern dass sie in anderen Umständen gesucht werden muss, deren Besprechung nicht Gegenstand dieser Abhandlung sein kann. Ich halte die Kohlensäure für atmosphärische, durch die glühende Porzellan- oder Platinröhre oder durch die organischen Verschlussmittel des Apparates diffundirte, falls sie nicht von übersehenem Kalkspathe im Mineral herrührt.

Ludwig (61) bemühte sich, mit ganz besonderer Vorsicht den Wassergehalt der Epidote direct zu bestimmen, um allen Einwänden zu begegnen, als sei der Glühverlust von einer Reduction des Eisenoxyds bedingt. Er glühte vor dem Gebläse im Platinglührohr, weil fast alles Hartglas vor völligem Austritt des Wassers aus dem Epidot erweicht und schmilzt, unter trockenem Luftstrome den Epidot und fing die Wasserdämpfe in Chlorcalcium auf. Diese Methode hatte Rammelsberg (43. 44) zum Nachweis, dass der Glühverlust der Zoisite durch Wasser und nicht durch Kohlensäure verursacht würde, schon weit früher in derselben Weise angewendet. »Die Menge des Wassers entsprach nicht ganz, doch annähernd dem Gewichtsverluste des Minerals.«

Dass diese Methode in Folge des starken Diffusionsvermögens des glühenden Platins einen vom angewandten Apparate, von der Länge der Zeit und der Menge der durchgeleiteten Luft abhängigen, fast constanten Fehler hat, habe ich (73) nachgewiesen und gezeigt, wie man den Fehler zu eliminiren vermag.

Bei meinen Analysen (§ 9—13) habe ich theils diese Methode, theils folgende neue, theils zur gegenseitigen Controle beide Methoden angewendet.

Der Glühverlust G des reinen Epidot und Zoisit wird nämlich zusammengesetzt aus dem Wassergehalte W und der Sauerstoffabgabe S oder der Sauerstoffaufnahme s beim Glühen, so dass $W = G - S = G + s$ ist.

Da wir S und s durch Titriren des Eisenoxyduls in frischem und ausgeglühtem Epidot (§ 5) und gleichzeitig den Glühverlust G bestimmen können, haben wir ein Mittel, W festzustellen.

Digitized by Google

	Epidot, Sulzbach	Epidot, d'Oisans	Epidot, d'Oisans	Zoisit, Valtigels
Eisenoxydul vor dem Glühen	0,740% § 5	0,610% § 5	0,640% § 5	0,829% § 5
- nach - -	0,862 - § 5	0,738 - § 5	1,238 - § 5	0,281 - § 5
Bildung von Eisenoxydul	0,152 -	0,128 -	0,628 -	Fe_2O_3 0,609 -
aus Eisenoxyd	0,170 -	0,136 -	0,698 -	FeO 0,548 -
mithin Sauerstoffabgabe S =	0,018 -	0,018 -	0,070	s = 0,061 -
Glühverlust der 106° trockenen Substanz in Doppeltiegel über Gasbrenner bis zum constanten Gewicht G =	2,011 -	1,900 -	2,027	1,874 -
also Wassergehalt W =	1,993 -	1,887 -	1,957	1,935 -

Der direct (73) bestimmte Wassergehalt des Epidot vom Sulzbachthale beträgt 1,983; bessere Uebereinstimmung kann man nicht erwarten, mithin sind beide Methoden zuverlässig.

Die Auffassungen dieser etwa 2% Wasser im Epidot und Zoisit waren früher sehr getheilt. Während Rammelsberg (27. 43. 44. 50. 54)*), Berlin (26), vom Rath (36. 53), Brush (47), Pisani (55), Deville (63), Genth (70) den Wassergehalt bei Aufstellung der Formel, als secundär aufgenommen, unberücksichtigt liessen, führten Hermann (25. 45. 49), Silliman (30), Scheerer (Richter) (39. 41. 46), Stockar-Escher (41), Tschermak und Kenngott (49), Ludwig (64) ihn als »basisches Wasser« (39) oder »chemisch gebundenes« (41) oder »wesentliches Glied« (41) in die Formel ein.

In Folge des Beitritts von Seiten Rammelsberg's (62. 68. 71) zu der letzteren Ansicht ist dieselbe die allgemeine geworden.

Der Hitzegrad, bei welchem der vollständige Austritt von Wasser erfolgt, wird sehr verschieden und vielfach zu hoch angegeben. Nach meinen wiederholten Versuchen kann man das feine Pulver in doppeltem Platintiegel im oxydirenden Theile eines Bunsen'schen Brenners selbst bei schwachem Gasdrucke zwar nur langsam aber vollständig entwässern, ohne dass eine Spur Sinterung eintritt. Ein Gasgebläse, wie Ludwig (64) meint, ist dazu nicht nöthig.

In schlecht wärmeleitenden, dickwandigen Glasröhren gelingt das Austreiben des Wassers selten, weil das meiste Hartglas vorher schmilzt. Glüht man aber in engen und dünnwandigen Röhren von ganz besonders schwer schmelzbarem Glase das festgestampfte Pulver vor dem Gebläse, so zeigt sich der Wasseraustritt. Bevor derselbe aber durch die ganze Masse erfolgt ist, muss man wegen der Zerstörung des Glases die Glühung abbrechen.

*) Rammelsberg wurde wesentlich der Berzelius'schen Formel (§ 8) wegen und dadurch zu seiner Ansicht veranlasst, dass er (43. 44) die frischen, harten und durchscheinenden Zoisite mit 2—2,25% Glühverlust und die durch ihre äussere Beschaffenheit auf einen nicht mehr ganz frischen Zustand hinweisenden, mürben Zoisite mit 3,48 bis 3,67% Wasser fand, vergl. auch (50).

Digitized by Google

Die Angabe von Buchholz (8) und Rammelsberg (54), dass bei schwächerem Glühen (»Rothgluth«) die eine Hälfte, bei stärkerem (»Weissgluth«) die andere Hälfte des Wassers austrete, kann ich nicht bestätigen.

Auf die Aenderung des Volumgewichts in Folge des Wasseraustrittes hat schon Geffken (11) aufmerksam gemacht. Beim Epidot von Arendal sank dasselbe von 3,409 auf 2,984; vom Rath (53) fand beim Epidot von Maigels nur ein Sinken von 3,361 auf 3,316 in Folge nicht genügender Erhitzung, welche sich aus dem geringen Glühverluste von 0,63% und aus der nachherigen Unlöslichkeit des Pulvers in Salzsäure erweisen lässt.

Auf die Farbenveränderung des Epidot und Zoisit beim Glühen ist schon früh und von Vielen hingewiesen worden. Im Wesentlichen erfolgt dieselbe durch den Austritt des Wassers, wird aber nach meinen vielfachen Oxydulbestimmungen beeinflusst durch das schwankende Verhältniss von Oxyd zu Oxydul.

Beim Epidot wird das grüne Pulver grünlich- (»öl-« oder »leber-«) braun, beim Zoisit das weisse Pulver ganz licht bräunlich gelb, beim Manganepidot das »kirschrothe« Pulver schwarz wie das Pulver mancher Braunsteine. Die Angabe von Hermann (49), dass das unter Luftabschluss geglühte Pulver seine grüne Farbe unverändert beibehält, kann ich nicht bestätigen für den Fall, dass das Wasser aus dem Epidot ausgetrieben worden ist.

In den folgenden Paragraphen wird noch mehrfach von dem Farbenwechsel in Folge der Aenderung der Oxydationsstufen die Rede sein.

§ 7. Die Schmelzbarkeit der Epidote und Zoisite

wird sehr verschieden angegeben, zum Theil wohl wegen der verschiedenen Zusammensetzung dieser Mineralien. Allein Krystalle vom gleichen Fundorte und von derselben Stufe verhalten sich darin auch verschieden. Das liegt wohl an der verschiedenen Behandlungsweise beim Erhitzen, weil sich dabei die Oxydationsstufen des Mangans und Eisens ändern und dadurch bald schwerer bald leichter schmelzbare Silicate entstehen können.

So habe ich z. B. das 106° trockene Pulver des Epidot vom Sulzbach (0,4397 Gr.) im einfachen Platintiegel bei schwachem Gasdrucke vor dem Gebläse in kurzer Zeit zu Fluss gebracht (§ 5) und einen schwarzen, grob- und feinblasigen, nur sehr schwer schmelzbaren Schlackenkuchen erhalten, welcher nach dem erfahrenen Glühverlust nur noch Eisenoxydul enthalten konnte. Die Schlacke ist unter dem Mikroskope nur im feinsten Pulver (nicht Dünnschliff) durchsichtig und klar von lichtgrüngrauer Farbe und zum allergrössten Theile amorph; darin stecken winzige unregelmässig umrandete, doppelbrechende Partikelchen.

Dagegen schwoll der Splitter eines anderen Krystalls derselben Stufe

Digitized by Google

am Platindraht im Gasgebläse zu einer blasigen Schlacke an, welche nicht wieder in Fluss zu bringen war. Ein anderer Splitter riss dabei nur und blätterte sich auf ohne zu schmelzen, selbst wenn man davon den feinsten Splitter in die Pincette fasste.

0,6662 Gramm lufttrockenes Pulver des ganz ähnlich zusammengesetzten Epidot von Bourg d'Oisans im einfachen Platintiegel beim stärksten Gasdrucke am Abend im Gebläse erhitzt, zeigte nach einer Stunde nur am Tiegelboden etwas Sinterung und 1,954% Glühverlust. Ein 5 mm langes und 2 mm dickes Stück desselben Krystalls an dünnem Platindraht so stark als möglich geglüht, zeigte keine Spur Schmelzung, sondern nur Aufberstung; ein Splitter davon in der Pincette rundete sich nur ab, während ein anderer Splitter von demselben, aber zuvor nicht geglühten Krystall zu einer schlackigen Masse schmolz.

Der Thulit von Traversella schmilzt nach Pisani (55) ziemlich leicht mit leichtem Aufkochen zu weisslich grünem Glase, während der von Souland nach Herter (58) vor dem Löthrohre zu einer weissen blumenkohlförmigen Masse anschwillt und nur an den äussersten Kanten schmilzt.

Der Zoisit schwillt nach Rammelsberg (50) vor dem Löthrohre an, entwickelt Gasblasen und schmilzt an den äussersten Kanten zu gelblichem klaren Glase, während die aufgeschwollene Masse schwer schmelzbar ist; der von Syra schäumt nach Lüdecke (74) lebhaft auf und schmilzt zu klarem Glase.

Unter diesen Umständen sind die Epidote und Zoisite nach ihrem Verhalten beim Schmelzen nicht zu unterscheiden*). Am leichtesten schmilzt der sogenannte Bucklandit von Achmatowsk und zwar zu magnetischer Kugel (50), sowie der Piemontit.

Ich habe schon in § 5 mitgetheilt, dass der Piemontit beim Einschmelzen in einem bedeckten einfachen Platintiegel selbst im oxydirenden Theile des Gasgebläses schliesslich in reines Oxydulsilicat übergeht. Dasselbe bildet eine kaum bräunliche, in dünnen Splittern und Pulver fast farblose vollkommen geschmolzene stark blasige Masse. Unter dem Mikroskope ist dieselbe zum grössten Theile farblos, enthält nur einzelne licht bräunliche Stellen und ist fast ganz amorph. Nur selten befinden sich darin kleine, scharf, aber unregelmässig begrenzte Krystallnadeln mit sehr starker Doppelbrechung und stets von völliger Farblosigkeit, ausserdem noch einige nicht ganz eingeschmolzene Quarz- und Feldspathsplitter.

Unter Wasserstoffstrom bekommt man dieselbe Schmelzmasse, nur ist sie noch etwas heller, entwickelt in Salzsäure keine Spur Chlor und erweist sich unter dem Mikroskope ganz farblos und amorph mit Ausnahme der eingemengten Splitter von Quarz und Feldspath.

*) Ann. des mines 1859, 16, 224.

Digitized by Google

Schon beim schwächsten Glühen an der Luft — durch Abnahme des Tiegeldeckels — wird die Schmelze sofort braun und nimmt an Gewicht zu durch Absorption von Sauerstoff. Unter dem Mikroskope zeigt sich die amorphe Masse deutlicher braun, die Zahl und Grösse der farblosen doppelbrechenden Mikrolithen etwas beträchtlicher.

Bei längerer Fortsetzung des Schmelzens an der Luft wird die Masse braunschwarz. Das allerfeinste Pulver ist nun unter dem Mikroskope deutlich kaffeebraun bis röthlich braun und amorph, aber die Zahl und Grösse der noch immer farblosen Mikrolithen hat sich noch vermehrt.

Die Mikrolithen sind somit nicht uneingeschmolzene Einschlüsse, sondern Neubildungen im Glasflusse und zwar nach ihrer Farblosigkeit zu schliessen, oxydulhaltig, woraus man auf ein grösseres Krystallisationsbestreben des Oxydulsilicates als des Oxydsilicates schliessen darf.

Die Schmelzmasse wird schliesslich durch Oxydation selbst in dem feinsten Pulver zum Theil so dunkel, dass man mit Sicherheit nicht mehr zu sagen vermag, ob die dunkelen Partien noch amorph sind.

Bedeckt man den Tiegel beim Schmelzen wieder gut, so tritt langsam von Neuem Reduction ein, die man im reducirenden Flammentheile, noch mehr auf Kohle beschleunigen kann. Bei so raschem Reduciren schäumt die Schmelzmasse wieder auf und jede Gasblase platzt mit strahlend weissem Lichte an der Oberfläche.

Diese Oxydation und Reduction der Schmelzmasse kann man beliebig oft wiederholen, immer unter denselben Erscheinungen.

§ 6. Die chemische Formel der Epidote und Zoisite.

Dass bei so auseinandergehenden Ansichten in den Vorfragen die Hauptfrage nach der Formel dieser Mineralien sehr verschieden beantwortet werden musste, kann nicht befremden.

Uebergeht man der Unwichtigkeit wegen die ephemeren Formeln von Gerhard (20) und Kühn (24), so stehen sich in Bezug auf die Formel der Epidotgruppe drei Ansichten gegenüber, die man nach ihren Begründern oder Verfechtern nennen darf:

1) Die stöchiometrische von Berzelius und Rammelsberg,
2) Die polymer-isomorphe von Scheerer,
3) Die heteromere von Hermann.

Die erstere und zugleich älteste, welche sich schon bei Hartwall (13) aufgestellt findet, geht von der Ansicht aus, dass die Substanz ursprünglich wasserfrei ist und dass alles Eisen und Mangan als Oxyde die Thonerde vertreten. Sie berechnet das Sauerstoffverhältniss der Monoxyde, der Sesquioxyde und der Kieselsäure und nimmt als das theoretische das nächste einfache Verhältniss 1:2:3 an, obwohl das gefundene im Mittel 1:2,2:2,9

Digitized by Google

beträgt. Danach wären diese Mineralien Singulosilicate oder Salze der normalen Kieselsäure $H_4 SiO_4$ nämlich $\overset{II}{R_6}\overset{VI}{R_4} Si_9 O_{36}$.

Diese Ansicht theilen Besnard (16), Gmelin (17), Sobrero (19), Rammelsberg (20. 27. 34. 43. 44. 50. 60), Berlin (28), Bär (29), vom Rath (36. 53), Deville (42), Brush (47), Pisani (55), v. Drasche (63) im Wesentlichen, nur dass Manche ganz oder theilweise Eisen- und Manganoxydul als Vertreter von Kalkerde annehmen.

Um die Ergebnisse der Analysen besser mit der Formel in Uebereinstimmung zu bringen, stellen Gerhard (20), Kühn (24), Hermann (25. 33. 45. 49. 51), Scheerer (39. 41. 46), Stockar-Escher (41), Tschermak-Kenngott (59) und Ludwig (61) weniger einfache Formeln auf, gegen welche Rammelsberg seine Ansicht vertheidigt, indem er zu beweisen sucht, dass die Abweichungen zwischen Berechnungen und Beobachtungen durch die Mängel der Analyse, der Methode, sowie der Reinheit und Frische der Substanz begründet seien.

Erst in Folge der Arbeit von Ludwig (61) und seiner dadurch veranlassten Analyse (62), ändert Rammelsberg seine 31 Jahre lang vertretene Ansicht und schliesst sich der von Tschermak, Kenngott und Ludwig angenommenen Formel an, welche nur die von Hermann gefundene Formel in anderer Gestalt ist. Sie trägt deshalb ihren gebräuchlichen Namen mit Unrecht.

Scheerer (39) stellt nicht eine, sondern drei Formeln für die Epidote auf mit dem Sauerstoffverhältnisse:

	RO	R_2O_3	SiO_2	
I.	7,	14.	21	(2 Analysen),
II.	7,5	15.	20	(4 Analysen),
III.	6,66	15.	20	(9 Analysen).

Stockar-Escher (41) zeigt, dass die von ihm untersuchten Epidote der Schweiz unter Berücksichtigung des inzwischen wiedergefundenen Wassers das dritte Scheerer'sche Sauerstoffverhältniss:

2,02 6,66 15,28 19,73 im Mittel haben.

Ein ganz ähnliches findet Scheerer (41) bei vier neuen Epidotanalysen und stellt auf (41. 46) für alle mit Sorgfalt analysirten Epidote unter Einführung seiner polymeren Isomorphie:

$RO = 3H_2O$ und $2R_2O_3 = 3SiO_2$ das

Sauerstoffverhältniss: $RO + H_2O$: R_2O_3 : SiO_2

$4\frac{1}{2}$: 9 12

$4\frac{1}{2}$ 18

1 . 4.

Hermann (25. 33) findet die Epidote trotz derselben Krystallform sehr verschieden zusammengesetzt und theilt die »Epidotfamilie« nach dem Sauerstoffverhältniss in drei Gruppen:

Digitized by Google

	RO	R_2O_3	$SiO_2 + CO_2$
I. Cerfreie = Epidot			
1) Zoisit mit dem Verhältnisse	1	2	3
2) Bucklandit mit dem Verhältnisse (Pistacit nennt er isomorphe Gemische von 1 und 2)	1	1,5	2,5
II. Cerhaltige = Orthit mit dem Verhältn.	1	1	2

Den vermeintlichen Kohlensäuregehalt nimmt er als Vertreter der Kieselsäure und findet bei allen Epidoten die Sauerstoffmenge der Basen gleich derjenigen der beiden Säuren.

In längeren Abhandlungen, die er an seine Arbeiten über Epidot, Vesuvian und Turmalin knüpft, nennt er die Erscheinung von ganz verschiedener Constitution bei gleicher Form »Heteromerie« im Gegensatz zur Isomorphie, bei welcher analoge Mischung mit gleicher Form verbunden ist.

Nachdem er sich überzeugt hat, dass der Glühverlust aus Wasser, nicht aus Kohlensäure besteht, zeigt Hermann (45. 49. 51), dass die von Stockar-Escher, Rammelsberg, Scheerer und ihm analysirten Epidote im Mittel das Sauerstoffverhältniss $H_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2 + H_2O = 0{,}27 : 1 : 2{,}25 : 2{,}97$ haben, wenn man alles Eisen als Oxyd annimmt, oder $0{,}27 : 1 : 2{,}02 : 2{,}80$ bei Annahme von Oxydul neben Oxyd in der von Hermann gefundenen Menge, welche nach § 5 viel zu gross ist, so dass das erstere Verhältniss fast das richtige ist. Er verwirft die Rammelsberg' und Scheerer'sche Formel und stellt, indem er zeigt, dass bei allen Epidoten die Summe der Sauerstoffatome der Basen gleich der Summe der Sauerstoffatome der Säure und des Wassers sei, für alle Epidote die Formel:

$$(RO . R_2O_3)\, 2\,SiO_2 + n(RO . H_2O) \text{ auf.}$$

Da nun im Mittel aller älteren und neueren Analysen $n = \frac{1}{3}$ ist, so wird die empirische Formel der Epidote:

$$H_2 \overset{\text{III}}{R_4} R_6 Si_6 O_{26}$$

das ist der Tschermak-*) Ludwig'sche Ausdruck (61), oder gleich:

$$3(RO\,SiO_2 + R_2O_3\,SiO_2) + CaO\,H_2O,$$

welches der Kenngott'sche Ausdruck (59) ist, den er wie Hermann aus der sorgfältigen Berechnung und Interpretation aller damals vorliegenden brauchbaren Analysen als durchschnittlichen Annäherungswerth ermittelte.

Nachdem Ludwig (61) durch die Analyse der Sulzbacher Epidote die nahe Uebereinstimmung ($H_{2,30}\,Ca(Fe)_{4,28}\,R_{6,28}\,Si_6\,O_{27,27}$) derselben mit dieser Formel dargelegt und Rammelsberg in Folge wiederholter Analyse dieser Krystalle (62), sowie des Manganepidot (68) sich dieser Formel (71) ange-

*) Sitzber. der Wiener Akad. (math. phys. Classe) 1864, 50, 585.

Digitized by Google

schlossen hat, wird sie wohl von allen Mineralogen für die Epidotgruppe angenommen.

Diese Mineralien betrachtet man jetzt nach dem Vorschlage von Ludwig (64) als isomorphe Gemische von reinen, hypothetischen:

		SiO_2	Al_2O_3	Mn_2O_3	Fe_2O_3	CaO	H_2O
1) Aluminiumepidot	$H_2Ca_4Al_6Si_6O_{26}$ =	39,543	33,875	—	—	24,605	1,977
2) Manganepidot	$H_2Ca_4Mn_6Si_6O_{26}$ =	33,495	—	44,045	—	20,817	1,673
3) Eisenepidot	$H_2Ca_4Fe_6Si_6O_{26}$ =	33,272	—	—	44,362	20,702	1,664

Die zu Grunde liegende Polykieselsäure $H_{14}Si_3O_{13}$ nimmt Rammelsberg (62. 71) als eine Verbindung von $2(H_4SiO_4) + H_6SiO_5$ an.

Unter dem Eindrucke dieser endlichen allgemeinen Einigung über die Epidotformel nach so langem Kampfe mag es wohl gewagt erscheinen, an der Richtigkeit der erlangten Resultate zu zweifeln.

Ich hoffe aber im Nachstehenden den Beweis zu bringen, dass meine Zweifel begründete sind.

Zweifel an dem Vorhandensein eines der Thonerde und dem Eisenoxyd isomorphen Manganoxyds*) liessen mich an der Existenz des Manganepidot oder wenigstens an der Richtigkeit obiger Formel für denselben zweifeln. Die Untersuchung dieses seltenen Minerals versprach ein mehrfaches Interesse, denn schon in einer früheren Mittheilung**) habe ich ausgeführt, dass der Manganepidot bisher die einzige in der Natur bekannte Substanz ist, welche das Vorhandensein eines solchen Manganoxyds beweisen könnte.

Die Beantwortung dieser Fragen führte mich schliesslich zu einer erneuten chemischen Untersuchung der ganzen Epidotgruppe, da ich mich im Verlauf der Arbeit überzeugte, dass auf keine alte Analyse dieser Mineralien Verlass ist.

§ 9. Die Zusammensetzung des Piemontit von St. Marcel.

1. Das Vorkommen.

Die Resultate einer Mineral-Analyse können nur in Hinblick auf das Vorkommen des Minerals richtig beurtheilt werden. Ich schicke deshalb einige Bemerkungen über das Vorkommen des Manganepidot um so mehr voraus, als die neuere Literatur so gut wie Nichts darüber enthält. Nur Saussure berichtet in seinen Voyages dans les Alpes***) nach dem Augenschein, alle anderen Notizen sind diesem Werke entnommen.

Nach Saussure findet sich »Manganèse rouge et cristallisée du Pié-

---

*) Dieselben Zweifel hat, wie ich beim Abschlusse meiner Untersuchungen fand, schon Deville (42) ausgesprochen und zur Lösung derselben ebenfalls die Analyse des Manganepidot von St. Marcel ausgeführt; da seine Analyse falsch ist, sind auch die Folgerungen daraus unbrauchbar.

) Journal für pract. Chemie 1876, **121, 176.

***) 1796, **4**, 78 und 456.

Digitized by Google

mont« in der Braunsteingrube beim Dorf St. Marcel, im Val S. Marcel, welches etwas östlich von Aosta von Süden her in das Thal der Dora baltea mündet. Die Lagerstätte halten Einige für ein Lager, Andere nur für ein grosses Nest von wechselnder Mächtigkeit zwischen den fast horizontalen Schichten von Gneiss mit grünlichem Glimmer.

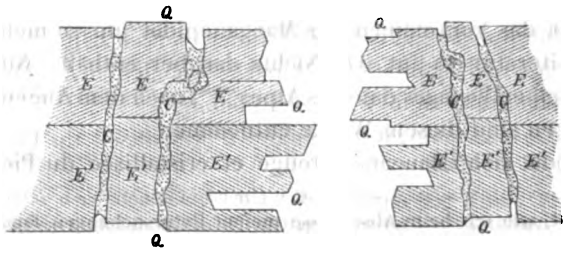
Die geognostische Karte der Schweiz rechnet diesen Gneiss zu den im Alter und in Bildung noch unbekannten, von Serpentin und Gabbro durchsetzten kalkreichen »schistes verts« der Alpen. Die Lagerstätte besteht nach Saussure aus Braunit (sogenanntem Marcelin), Manganepidot, Quarz, weissem oder bläulichem Asbest. Dazu kommen noch nach Anderen Kalkspath, Tremolit, Violan, Greenovit, Roméit, honiggelber bis hyacinthrother, manganhaltiger Glimmer, Mangangranat und Turmalin.

Die mir vorliegenden schönen Stufen, welche theils aus der Sack'schen Sammlung stammen, theils durch die Bemühungen des Herrn Schuchardt in Görlitz in den Besitz der hiesigen Sammlung gelangten, bestehen aus einem bald strahligen bis faserigen, bald körnigen, theils feinen, theils groben Gemenge von farblosem bis ganz hell violettem, glas- bis permutterglänzendem Tremolit, der z. Th. in Asbest übergeht, von farblosem Quarz, Orthoklas, Plagioklas und Kalkspath. In diesem Gemenge liegen die Epidotkrystalle als Fasern, Strahlen oder Säulen ohne Endigungsflächen*) bald einzeln, bald dicht gedrängt, in ersterem Falle gross und sehr selten mit etwas Braunit zusammen, in letzterem Falle klein und meist so innig mit dichtem bis körnigem Braunit (sogenanntem Marcelin) verwachsen, dass man nicht zu sagen vermag, wo das eine Mineral aufhört, das andere beginnt.

Bald herrscht in diesem Mineralaggregate das eine bald das andere Gemengmineral, nur Kalkspath tritt meist sehr zurück.

Zu den folgenden Untersuchungen wurden die besten, reinsten und grössten Krystalle ausgesucht, welche einzeln in Quarz lagen mit geringen Mengen der anderen Gemengmineralien.

Auch unter dem Mikroskope konnten in Dünnschliffen nur diese Mineralien erkannt werden, in welchen ganz rein und frisch der Manganepidot eingebettet liegt. Unter dem Mikroskope gewahrt man auch manchmal Krystallendigungen nämlich immer da, wo der Epidot an Quarz direct anstösst. Diese Endigungen sind aber stets ausgezackt und gekerbt, wie es die beistehende Figur zeigt.



*) Vergl. Cordier (5).

Digitized by Google

Die nach der Orthoaxe stets säuligen Krystalle sind vielfach quergesprungen, aber ohne dass die unregelmässig begrenzten, sehr schmalen, häufig mit einem Verwurfe verbundenen Sprünge in den umgebenden Quarz einsetzen, der an dem schönsten Dünnschliffe nach seinem optischen Verhalten ein einziges Individuum ist.

Alle Quersprünge sind mit Kalkspath ausgefüllt, der sich auch schon unter der Lupe durch Aufbrausen in Säure verräth; auch dringt der umgebende Quarzkrystall öfters etwas, aber niemals tief, in die Sprünge ein, so dass es den Anschein hat, als ob zertrümmerte und mit Kalkspath wieder verkittete Epidotkrystalle von einem Quarzkrystall umhüllt worden wären.

Beachtenswerth und genetisch nicht verständlich bleibt dabei aber die an dem genannten Dünnschliffe vermöge des optischen Verhaltens beobachtete krystallographisch parallele Lage von zwei einander gegenüberstehenden, gleichbreiten, vielfach zerbrochenen Zwillingskrystallen, deren terminale Zacken und Einsprünge nicht correspondiren, wie es der Holzschnitt zeigt. Zufall kann das kaum sein, ebensowenig Zwillingsverwachsung zwischen Quarz- und Epidotkrystall.

Wie dieses beste Material für die Analyse weiter gereinigt, d. h. von den mechanischen Beimengungen chemisch befreit wurde, ist schon in § 3 mitgetheilt worden. Ohne Bedenken kann ich behaupten, dass ganz zuverlässiges Material zu den Analysen angewendet wurde.

2. Aeltere Analysen.

Die Resultate der älteren Analysen von Napione (1), Cordier (5), Geffken (11), Hartwall (13), Sobrero (19), Deville (12) widersprechen sich gegenseitig derartig, dass sie fast nur noch historisches Interesse bieten. Das veranlasste schon Rammelsberg (68) zu einer erneuten Analyse, besonders wegen der Entscheidung der Frage, ob die Epidotformel $H_2\ Ca_4\ R_6\ Si_6\ O_{26}$ auch für den Manganepidot gelte. Gelöst hat er diese Frage nicht, da er weder die Oxydationsstufen des Mangans und Eisens noch den Wassergehalt, ebensowenig den Gehalt an Verunreinigungen direct zu bestimmen versucht hat, sondern alles Mangan und Eisen als Oxyd annimmt, den Wassergehalt nach dem Verhältnisse $H_2 : Ca_4$ aus der Kalkmenge berechnet und über 2% Kieselsäure für beigemengten Quarz erklärt, um der Formel zu genügen.

Diese widersprechenden Resultate, die innige Verwachsung des Piemontit mit Quarz, Kalkspath und Braunit, ferner die Beobachtung eines nur Maganoxydulhaltigen kirschrothen Epidot in den Manganerzgruben bei Jacobsberg im Kirchspiel Nordmark von Seiten Igelström's (57), sowie meine Zweifel an der Existenz eines dem Eisenoxyd isomorphen Manganoxyds liessen mich vermuthen, es könne der Manganepidot ein durch ganz fein vertheilten Braunit gefärbter gewöhnlicher oder Manganoxydulhaltiger

Digitized by Google

Epidot oder Zoisit sein. Dieselbe Ansicht fand ich später schon von Cordier (5) ausgesprochen.

Die mikroskopische Beobachtung, dass der Manganepidot seine im Dünnschliffe dunkelrothe Farbe ganz gleichmässig vertheilt selbst bei der stärksten Vergrösserung behält, ferner der Umstand, dass derselbe einen ganz herrlichen Pleochroismus*) zeigt, sprechen nicht gegen diese Vermuthung, da eine ebenso intensive und gleichmässige Färbung sich beim Rothzinkerz zeigt, wo sie nach der Ansicht der meisten Mineralogen von beigemengtem Manganoxyd (Spur bis 12%) veranlasst wird. Beim Rothzinkerz ist an eine chemische Verbindung von Zinkoxyd und Manganoxyd in so schwankenden Mengen nicht zu denken. Von eingemengten Eisenglanzschüppchen oder von einem glimmerähnlichen Silicate, welche Hayes für die Ursache der rothen Farbe des Rothzinkerz hält, habe ich unter dem Mikroskope nichts zu sehen vermocht, ebensowenig Dana**). Für meine Vermuthung sprach schliesslich noch der mit dem Piemontit brechende Violan, welcher nur ein durch eine höhere Oxydationsstufe des Mangans dunkel violett gefärbter Diopsid zu sein scheint.

3. Neue Analysen.

Bei meinen Analysen des Piemontit und der anderen Epidote und Zoisite befolgte ich die neusten und besten Methoden***) mit der peinlichsten Genauigkeit. Soweit es nur irgend anging, wurden alle Manipulationen, namentlich alles Kochen und Abdampfen, in Platingefässen vorgenommen und dabei gegen Staub geschützt. Alle Reagentien, namentlich die in grossen Mengen nöthige Salzsäure und Ammoniak wurden von mir rein dargestellt. Alle Niederschläge wurden in den erhaltenen Filtraten wiederholt, damit Nichts in Lösung blieb, und alle auf ihre Reinheit geprüft und, falls nicht ganz rein, gereinigt. Alle nur im mindesten zweifelhaften, sowie alle wichtigen Resultate wurden durch Controllbestimmungen sichergestellt und geprüft, auch wenn es im Folgenden der Kürze wegen nicht immer speciell erwähnt werden sollte.

Dadurch bieten die folgenden Analysen eine meines Erachtens zweifellose Grundlage für theoretische Entwickelungen.

Der schwierigen Trennung des Mangans von der Thonerde und dem Eisenoxyd wurde beim Manganepidot die grösste Aufmerksamkeit geschenkt und nicht eher geruht, bis die Eisen- und Thonerdeniederschläge mit Soda eingeschmolzen, die Schmelzmasse nicht mehr oder kaum noch grün färbten.

*) Wegen des lebhaften Pleochroismus ist die Farbe sehr verschieden roth nach der Richtung der Lamellen, bald gelb- bis braunroth, bald purpurroth, bald blauroth, schon ohne Anwendung des polarisirten Lichtes. Trotzdem sagt Descloizeaux in seinem Manuel de minéralogie 1, 225: »Dichroisme à peine sensible à la loupe dichroscopique.«

**) System of mineralogy 1872, 136, with appendix 2, 63.

***) Fresenius, Anleitung zur quant. Analyse 1875; Classen, Grundriss der analyt. Chemie 1875.

Digitized by Google

Der Wassergehalt des Manganepidot wurde direct nach meiner Methode (73) ermittelt. Bei den einzelnen Versuchen war derselbe bald gleich, bald etwas grösser oder kleiner als der gleichzeitige Glühverlust durch Sauerstoffabgabe oder Aufnahme (§ 6.) und durch den nicht ganz constanten Fehler des Apparates.

Für die vorliegende Absicht war eine der wichtigsten Bestimmungen die der Oxydationsstufen des Eisens und Mangans. Sie bot die meiste Schwierigkeit besonders deshalb, weil die analytische Chemie wegen der Seltenheit dieses Falles noch keine Methode ausgebildet hat, in sogenannten unlöslichen Silicaten direct die Oxydationsstufen des Mangans zu ermitteln. Nur zwei Vorschläge und Versuche sind in dieser Beziehung von Berzelius*) und Deville (42) gerade für den Manganepidot gemacht worden.

Berzelius schreibt darüber: — — »Aus dem Verluste der Analyse den Sauerstoffgehalt im Manganoxyd abzuleiten, wird stets zu unsicher. Aber es giebt eine sehr einfache Methode, darüber völlig sichere Kenntniss zu erlangen, die darin besteht, dass man das Mineral mit Fluorwasserstoffsäure zersetzt, die immer eine dem Oxydationsgrade des Mangans entsprechende Fluorverbindung giebt. Von dem Oxydul erhält man eine in der Säure wenig lösliche, weisse oder blassrosenrothe Verbindung, von dem Oxyd dagegen eine leichtlösliche, in Lösung tiefrothe Verbindung, die beim Verdunsten der überschüssigen Säure in schwarzen Krystallen anschiesst.« Nach dieser Methode fand Sobrero (19) im Piemontit 4,824% Manganoxydul neben 7,41% Eisenoxydul und 18,96% Manganoxyd. Die Unrichtigkeit dieser Analyse geht schon aus dem übersehenen Wassergehalte sowie aus der viel zu niedrigen Kalkerde-Menge hervor.

Von dieser Bestimmungsmethode habe ich Abstand nehmen zu müssen geglaubt, weil die höheren Haloidsalze des Mangans noch sehr wenig bekannt, sehr zweifelhaft und sehr leicht zersetzbar sind durch Manipulationen oder Reagentien, welche bei einer Analyse nicht zu umgehen sind.

Die Deville'sche Methode (42) besteht darin, den Manganepidot im Wasserstoffstrome stark zu glühen, wobei er schliesslich ein constantes Gewicht annimmt und alles Mangan und Eisen als Oxydul enthält**). Diese Methode habe ich zur Controllbestimmung einer neuen Bestimmungsmethode benutzt; dabei ergab sich, dass sie nicht schlecht ist, wenn man sie sorgfältig benutzt. Deville hat sie nicht richtig berechnet und den etwa 2% betragenden Wassergehalt ganz übersehen; sein Schluss daraus, alles

*) Jahresbericht 1841, 20, 189, 231.

**) Die Angabe von Deville, dass sich dabei das Eisen im metallischen Zustande abscheidet, wird von meinen wiederholten chemischen und mikroskopischen Untersuchungen nicht bestätigt. Die Substanz ist nämlich nicht magnetisch, fast völlig farblos, etwa wie ganz frischer Spatheisenstein, entwickelt mit Salzsäure keinen Wasserstoff und zeigt selbst bei der schärfsten Vergrösserung keine metallischen Einschlüsse (§ 5, 7 u. 16).

Digitized by Google

Mangan und Eisen sei als Oxyd im Mineral, ist deshalb falsch. Man muss so rechnen:

Glühverlust nach Deville	= 4,113%	
Wassergehalt nach mir	= 2,099 -	
mithin Sauerstoffabgabe	= 2,014 -	davon gehen ab
für Reduction von 4,8% Fe_2O_3	= 0,480 -	und es bleiben
für Reduction von Manganoxyd	= 1,534 -	Sauerstoff, was

15,136% Manganoxyd entspricht. Da nach Deville die Analyse 19,0% Manganoxyd nachweist, bleiben für das Mineral noch 3,472% Manganoxydul, was ziemlich mit meinen Beobachtungen stimmt.

Rammelsberg (68) hat nach dieser Methode 5% Glühverlust gefunden, aber denselben nicht zur Bestimmung der Oxydationsstufen des Mangans und Eisens verwerthet. Diese Angabe ist zu hoch und widerspricht auch sonstigen Resultaten seiner Analyse.

Die lufttrockene Substanz wurde von mir in einem bedeckten Doppeltiegel von Platin über dem Bunsen'schen Brenner unter eingeleitetem Wasserstoffstrom $5^1/_2$ Stunden lang bis zum völlig constanten Gewicht geglüht. Der farblose Rückstand giebt mit Salzsäure keine Spur Chlor sondern eine farblose Gallerte, welche durch Bildung von Eisenchlorid an der Luft gelb wird. Beim Glühen ist mithin alles Oxyd in Oxydul übergegangen.

Der Glühverlust betrug dabei	= 3,592%
davon ab für Reduction von 1,245% Eisenoxyd	= 0,125 -
- - der Wassergehalt	= 2,099 -
bleibt noch Sauerstoff	= 1,368 -

diese können 12,130% Manganoxydul in 13,498% Oxyd umwandeln. Das Mineral enthält der folgenden Analyse gemäss noch 2,757% Manganoxydul.

Bei einem nicht ganz so zuverlässigen Controllversuche fand ich 1,423% Sauerstoff mithin 14,044% Oxyd neben 2,269% Oxydul.

Die Resultate dieser Methode stimmen ziemlich gut mit der folgenden überein, welcher ich den Vorzug geben zu müssen glaube.

Der durch Glühen entwässerte Manganepidot löst sich in kochender Salzsäure ebenso leicht als mancher Braunstein, und in ihm kann man deshalb mit gleicher Genauigkeit nach der Bunsen-Schwarz'schen Methode die Oxydationsstufen des Mangans bestimmen, und, wenn der Wassergehalt zuvor genau direct (73) bestimmt worden ist und ebenso der Glühverlust, kann man auch im frischen Manganepidot die Oxydationsstufen berechnen.

Bei einem Versuche war der Glühverlust gleich dem Wassergehalte (2,099%) der lufttrockenen Substanz, der geglühte und ungeglühte Epidot hatten folglich gleiche Sauerstoffmengen. Die Titrirung der durch das Chlor aus Jodkalium freiwerdenden Jodmenge mittelst Natriumhyposulfit in nach Bunsen calibrirten Büretten ergab an freiem Sauerstoff (d. h. ausser

Digitized by Google

MnO und Fe_2O_3) 1,342%. Diese machen 11,899% Manganoxydul zu 13,241% Oxyd, so dass noch 2,988% Oxydul bleiben.

Bei einem zweiten, weniger sicheren Versuche fand ich 2,044% Wasser, 1,314% Sauerstoff und mithin 12,965% Manganoxyd neben 3,236% Oxydul.

Das Mittel aus allen 4 Sauerstoffbestimmungen = 1,382% oder 2,813% Manganoxydul und 12,956% Manganoxyd weicht wenig von dem Resultate der besten Analyse ab*).

Rammelsberg (68) hat schon diese Methode versucht, aber viel zu wenig Sauerstoff gefunden.

Ob das Eisen als Oxyd oder Oxydul im Epidot ist, lässt sich nicht entscheiden, ist aber für die Formel ohne Bedeutung, da in letzterem Falle eine äquivalente Menge Manganoxydul weniger darin ist.

Die Resultate der zuverlässigsten Analyse des lufttrockenen Mangan-epidot sind:

Unlöslich in Salzsäure**)	7,218% (7,319)***)
Luftfeuchtigkeit bei 106° bestimmt	0,022 -
Wasser	2,077 - (2,044)
Kalkerde	22,560 - (21,996—22,929)
Manganoxydul†)	2,988 -
Manganoxyd†)	13,241 -
Eisenoxyd	1,245 - (1,207—1,283)
Thonerde	17,573 -
Kieselsäure	33,115 - (33,234)
	100,039 -

*) Der § 5 angeführte Glühverlust von 3,785%, entspricht einer Sauerstoffabgabe von 1,686%, davon kommen auf 1,245% Fe_2O_3 0,125% Sauerstoff. Es bleiben für Mn_2O_3 noch 1,561% *O*; danach enthielte der Piemontit nur noch 1,046% *MnO* neben 15,402% Mn_2O_3. Er beweist mithin wenigstens immer noch die Existenz von Manganoxydul im Piemontit. Diese Schwankungen in der Bestimmung des Sauerstoffs können auch ein Schwanken der Menge des Manganoxyduls im Piemontit andeuten.

**) Der weisse Rückstand ist nach den mikroskopischen und chemischen Untersuchungen nur zum Theile Quarz, daneben ausser ganz vereinzelten Flitterchen von frischem rothem Epidot, noch Körnchen von Orthoklas, Plagioklas und Tremolit, die sich durch Kali-, Natron-, Kalk- und Magnesiagehalt im Ungelösten chemisch nachweisen lassen.

Die 7,319% Unlösliches bestehen nach einer Analyse aus:

	SiO_2	Al_2O_3	*CaO*	*MgO*	K_2O	Na_2O	Summe
Orthoklas	2,003%	0,571%	—	—	0,524%	—	3,098%
Albit	0,551 -	0,157 -	—	—	—	0,095%	0,803 -
Anorthit	0,355 -	0,304 -	0,165%	—	—	—	0,824 -
Tremolit	0,075 -	—	0,025 -	0,032%	—	—	0,132 -
Quarz	2,462 -	—	—	—	—	—	2,462 -
	5,446 -	1,032 -	0,190 -	0,032 -	0,524 -	0,095 -	7,319 -

Eine zweite Analyse von 7,218% Unlöslichem ergab 0,509% K_2O u. 0,231% Na_2O.

***) Die geklammerten Zahlen sind Resultate von noch nicht genannten Controllbestimmungen. †) Die Gesammtmenge des reinen Mangans als Oxydul berechnet betrug 14,887%, bei zwei Controllbestimmungen 15,161% und 15,273%.

Digitized by Google

Aus der Besprechung dieser Resultate in § 14 ist zu ersehen, dass der Manganepidot nicht der Epidotformel $H_2 R_4 R_6 Si_6 O_{26}$ entspricht.

Dieses veranlasste mich, die Formel für den eigentlichen Epidot und Zoisit zu prüfen. Da die bisherigen Analysen sich als unzuverlässig erwiesen, musste ich mit denselben Vorsichtsmassregeln und mit derselben Genauigkeit wie beim Piemontit neue Analysen ausführen und wählte dazu die klaren aufgewachsenen Krystalle des

1) Epidot vom Sulzbachthal im Pinzgau,

2) Epidot von Bourg d'Oisans im Dauphiné

beide auch wegen ihres hohen Eisengehaltes,

3) Epidot vom Zillerthal in Tyrol wegen des geringen Eisengehaltes und die fast eisenfreien, aber nicht aufgewachsenen Krystalle des

4) Zoisit von Valtigels in Tyrol.

§ 10. Die Zusammensetzung des Epidot von der Knappenwand im Sulzbachthal im Pinzgau.

Das Vorkommen dieser schönsten Epidotkrystalle ist zu bekannt, um noch Bemerkungen darüber machen zu müssen.

Folgende Analysen liegen von denselben vor; ich berechne sie des besseren Vergleichs wegen auf 100.

	Rammelsbg.	Ludwig	Rammelsbg.	v. Drasche.	Mauthner	Kottal.
	(60)	(61)	(62)	(63)	(66)	(67)
Wasser	0,29	2,02	2,03	2,12	1,86	0,26
Kalkerde	24,48	22,86	23,14	18,08	23,93	25,49
Magnesia	Sp.	Sp.	—	1,11	—	0,03
Maganoxydul	—	Sp.	—	Sp.	—	Sp.
Eisenoxydul	0,38	0,91	—	0,89	0,94	0,34
Eisenoxyd	14,59	14,79	15,96	13,88	12,21	13,99
Thonerde	20,73	22,24	21,85	22,26	22,85	22,39
Kieselsäure	39,53	37,18	37,02	38,66	38,21	37,50
	—	*Cl.* Sp.	—	Na_2O Sp.	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
gefunden	100,19	101,76*)	100,23	99,24	101,02	98,67

*) In den Ludwig'schen Zahlen kommen Fehler vor.

Digitized by Google

Meine Analyse ergab für die 106° trockene Substanz:

Unlöslich in Salzsäure *)	1,130%
Wasser **)	1,994 -
Kalkerde ***)	23,329 -
Manganoxydul †)	0,064 -
Eisenoxydul	0,710 -
Eisenoxyd	12,286 -
Thonerde	24,141 -
Kieselsäure ††)	36,567 -
	100,221 -

Ob das Mangan als Oxyd oder Oxydul im Mineral sich befindet, lässt sich nicht ermitteln. In der Analyse muss dasselbe, oder äquivalente Mengen Eisen, als Oxydul berechnet werden, weil beim Lösen des Epidot in Fluss- und Schwefelsäure behufs Titrirung mit Kaliumpermanganat aus etwa vorhandenem Manganoxyd Manganoxydulsulfat und freier Sauerstoff sich bildet, der einen Theil des Eisenoxyduls zu Oxyd oxydirt und ihn so der Einwirkung des Chamäleon entzieht.

§ 11. Die Zusammensetzung des Epidot von Bourg d'Oisans im Dauphiné.

Auch das Vorkommen dieser schönen, eisenreichen und deshalb dunkelpistazgrünen Krystalle ist bekannt. An Analysen derselben fehlt es ebenfalls nicht, ich stelle sie auf 100 berechnet zusammen:

	Descotils	Kühn	Hermann	Bär	Lory	Rammelsberg	Escher	Scheerer	Hermann
	(2)	(24)	(25)	(29)	(32)	(34)	(44)	(44)	(49)
Wasser	3,5	—	1,69	—	—	—	2,35	2,09	2,08
Kalkerde	14,0	22,03	21,32	23,47	17,76	23,56	22,56	22,72	21,97
Magnesia	1,5	0,30	1,41	0,60	—	0,17	—	0,29	1,90
Eisenoxydul	—	16,53	5,59	—	14,23	—	—	—	—
Eisenoxyd	17,0	—	13,46	15,97	—	16,82	15,68	16,50	15,09
Thonerde	27,0	24,50	18,69	24,76	30,29	24,14	22,04	20,80	20,90
Kieselsäure	37,0	39,64	37,84	37,79	40,72	38,33	37,37	37,60	38,06
				Na_2O 0,44				*Cl.* Sp.	*MnO* Sp.
	100,0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
gefunden:	100,0	100,52	99,36	99,97	99,70	100,10	99,94	99,94	99,84

*) Fast nur Quarz, denn mit Fluss- und Schwefelsäure bis auf 0,042 (= 4% des Rückstands), flüchtig; bei einer zweiten Analyse 1,665% ungelöst, weil neben Quarz noch unzersetzter Epidot war, den das Mikroskop bestätigt.

**) Aus Glühverlust s. o. § 6 bestimmt; direct bestimmt nach (73) = 1,983%.

***) Mittel aus 23,386 und 23,272%

†) Mittel aus 0,063 und 0,079% Manganoxyd.

††) Mittel aus 36,583 und 36,551%.

Digitized by Google

Meine Analyse der bei 106° getrockneten Substanz*) ergab:

Unlöslich in Salzsäure**)	0,679%
Wasser***)	1,911 -
Kalkerde	23,524 -
Manganoxydul	0,026 -
Eisenoxydul	0,610 -
Eisenoxyd†)	11,270 -
Thonerde	22,448 -
Kieselsäure	36,490 -
	99,958%.

§ 12. Die Zusammensetzung des Epidot von der Alp Schwarzenstein im Zillerthal in Tyrol.

Nach von Zepharovich††), findet sich dieser Epidot auf Klüften und Gängen im Chloritschiefer mit braunem Granat, grünschwarzem Chlorit, Kalkspath und Quarz. Die bis 3 cm grossen, tadellos ausgebildeten Krystalle sind auf derbem Epidot aufgewachsen und in ihren oberen Enden von ausgezeichneter Reinheit und Klarheit. Von den dort brechenden bald gelbgrünen, bald grünlichgelben (sogenannten wachsgelben), bald fast farblosen oder rothen und rothbraunen (sogenannten Thulit†††) Krystallen wurden die gelben zur Analyse genommen, weil sie nach der Farbe und Klarheit zu schliessen, nur geringen Eisengehalt*†) und grösste Reinheit zu haben versprachen.

Es bleibt auffallend, dass von diesen schönen Krystallen noch keine Analyse ausgeführt worden ist.

Meine Analyse der 106° trockenen Substanz ergab:

Unlöslich in Salzsäure*††)	0,418%
Wasser	1,919 -
Kalkerde	24,606 -
Manganoxydul	Spur
Eisenoxydul*†††)	0,530 -
Eisenoxyd	5,759 -
Thonerde	28,592 -
Kieselsäure	38,460 -
	100,284%.

*) Die lufttrockene Substanz enthielt 0,619% Luftfeuchtigkeit. **) Der Rückstand war ein feiner weisser Sand, der sich mit Ausnahme von 2,083% des Rückstandes (= 0,014% des Epidot) in Flusssäure verflüchtigt, also Quarz ist. ***) Aus Glühverlust und Eisenoxydulgehalt vor und nach dem Glühen berechnet. Zwei andere Versuche § 6 gaben 1,887 u. 1,957%, also im Mittel 1,922%. †) Mittel aus zwei Titrirungen 0,604 u. 0,617%. ††) Mineralog. Lexicon 1, 139, 2, 122. †††) Descloizeaux, Manuel d. mineral. 1862, 1, 292, 254. *†) Das Pulver der Krystalle ist fast weiss, wird aber beim Glühen hellgrünbraun wie das der anderen Epidote, nur viel heller. *††) Bis auf 0,147% des Epidot flüchtig in Flusssäure, also neben Quarz noch ein Silicat, vielleicht nicht zersetzter Epidot. *†††) Eine zweite Titrirung mit nur 0,1844 Gr. Substanz, also nicht so zuverlässig wie die obige mit 0,4064 Gr. angestellt, ergab 0,459%.

Digitized by Google

§ 13. Die Zusammensetzung des Zoisit von Valtigels (= Faltigl) bei Sterzing in Tyrol.

Da nach § 14 die von mir analysirten Zoisite ebensowenig wie der Piemontit der angenommenen Formel genau entsprechen, erschien mir eine erneute Analyse eines möglich frischen Zoisit um so wünschenswerther, als das den Epidot und Zoisit bildende Silicat im letzteren fast eisenfrei sich findet. Denn gerade in der Frage, wie das Eisen und Mangan in diesen Mineralien aufzufassen sei, liegt der Schwerpunkt der Frage nach der Formel dieser Mineralien.

Die zur Analyse gewählten, sehr langen und grossen, meist schlecht ausgebildeten Zoisitkrystalle ohne Endigungsflächen liegen in der Regel parallel in einem meist sehr zurücktretenden grobkörnigen Gemenge von farblosem oder hellbraungrauem Quarz mit farblosem oder weissem Orthoklas und Plagioklas und schliessen vielfach diese Mineralien ein. Hornblenden konnten an der zur Analyse gewählten Stufe nicht gefunden werden, der Magnesiumgehalt des in Salzsäure unlöslichen Rückstandes macht aber ihre Anwesenheit um so wahrscheinlicher, als nach v. Zepharovich*) dieses Mineralaggregat in Hornblendeschiefer bricht. Der Zoisit ist farblos oder ganz hell aschgrau — der letztere wurde nicht zur Analyse genommen — und von hellem Glas- bis Perlmutterglanz.

Vom Zoisit von Valtigels liegen schon zwei ältere Analysen vor:

	Geffken (11)	Hermann (25)
Wasser	—	1,70
Kalkerde	20,13	21,67
Magnesia	1,67	—
Manganoxydul	1,75	—
Eisenoxyd	5,19	1,98
Thonerde	28,38	30,19
Kieselsäure	39,97	41,16
	100,00	100,00
gefunden	101,92	99,50.

Meine Analyse der möglich reinst ausgesuchten 106° trockenen Substanz**) ergab:

*) Mineralog. Lexicon 1, 483, 2, 352.

**) Die Luftfeuchtigkeit beträgt bei 106° getrocknet 0,166%.

Digitized by Google

Unlöslich in Salzsäure*)	10,271%
Wasser**)	1,934 -
Kalkerde	24,184 -
Manganoxydul	Spur
Eisenoxydul	0,829 -
Eisenoxyd	2,033 -
Thonerde	28,023 -
Kieselsäure	35,668 -
	99,939%.

§ 14. Die aus meinen Analysen sich ergebende Epidotformel.

Zum Vergleiche verschiedener Analysen erscheint es wünschenswerth, die analytischen Resultate in Procenten I und Molecülen II der 106° trockenen und reinen Substanz übersichtlich zusammenzustellen.

	Piemontit St. Marcel		Epidot Dauphiné		Epidot Sulzbach		Epidot Zillerthal		Zoisit Valtigels	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Wasser . . .	2,288	1246	1,923	1071	2,042	1120	1,922	1070	2,156	1200
Kalkerde . .	24,346	4353	23,667	4237	23,548	4215	24,639	4411	23,622	4229
Manganoxydul	3,219	455			0,065	9				
Eisenoxydul			0,644	85	0,747	100	0,531	74	0,925	129
Manganoxyd	14,268	906								
Eisenoxyd .	1,341	84	14,471	906	12,399	776	5,767	361	2,267	142
Thonerde . .	18,935	1848	22,648	2207	24,362	2377	28,680	2794	24,252	2049
Kieselsäure .	35,683	5955	36,742	6127	36,902	6159	38,544	6427	39,778	6639
	100		100		100		100		100	

Berechnet man die procentische und moleculare Zusammensetzung dieser Mineralien aus der jetzt geltenden Formel $H_2 Ca_4 R_6 Si_6 O_{26}$, indem man dasselbe Verhältniss von $Fe(Mn)$: Ca und $Fe_2(Mn_2)$: Al_2 wie in den Analysen beibehält, so erhält man:

*) Der geglühte schneeweisse Rückstand enthielt nach einer Analyse mittels Flussäure aufgeschlossen:

Natron	5,046%	als Albit berechnet	= 42,436%	Plagioklas
Kalkerde	4,348 -	- Anorthit -	= 21,631 -	Plagioklas
Kali	3,846 -	- Orthoklas -	= 22,774 -	
Magnesia	0,669 -	- Hornblende	= 1,387 -	
Thonerde	24,916 -	- ?	= 4,454 -	
Kieselsäure	61,205 -	bleibt als Quarz	= 7,321 -	
	100,000		100,000	

Der Ueberschuss von 4,454% Thonerde bei dieser Interpretation rührt wohl zum Theil von der Analyse her, obwohl sie mit grösster Sorgfalt ausgeführt wurde, denn es konnten zu derselben nur 0,0598 Gramm verwendet werden. Vielleicht war auch im Unlöslichen noch etwas unzersetzter Zoisit, wodurch die Plagioklasmenge sich etwas verringern würde. Unter dem Mikroskope besteht der Rückstand aus Orthoklas, aus zum Theil deutlich gestreiftem Plagioklas und etwas Quarz. Mithin dürfte vorstehende Interpretation im Ganzen richtig sein.

**) Aus Glühverlust und Eisenoxydul vor und nach dem Glühen berechnet § 6.

Digitized by Google

	Piemontit St. Marcel		Epidot Dauphiné		Epidot Sulzbach		Epidot Zillerthal		Zoisit Valtigels	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Wasser . . .	1,846	1028	1,871	1042	1,885	1049	1,934	1077	1,957	1090
Kalkerde . .	20,674	3701	22,817	4085	22,906	4100	23,671	4238	23,632	4231
Manganoxydul	2,909	414								
Eisenoxydul			0,586	84	0,705	98	0,507	76	0,924	128
Manganoxyd	15,744	998								
Eisenoxyd .	1,449	94	14,675	919	12,569	787	5,733	359	2,270	142
Thonerde . .	20,449	1995	22,604	2206	24,201	2362	29,433	2872	32,044	3127
Kieselsäure .	36,939	6168	37,447	6249	37,734	6298	38,722	6462	39,176	6538
	100		100		100		100		100	

Die gefundene und berechnete Zusammensetzung kommen sich zwar in einigen Fällen nahe, in vielen weichen sie aber bis um einige Procente von einander ab.

Diese Differenz mit dem Mangel an Frische und Reinheit der Mineralien oder mit der Unzuverlässigkeit der Analysen erklären zu wollen, ist nach den obigen Ausführungen nicht statthaft. Ich kann für meine Analysen weit grössere Uebereinstimmung verlangen.

Die jetzige Epidotformel verlangt (§ 8), dass mit zunehmendem Eisen- oder Mangangehalt eine Abnahme von Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde und Wasser verbunden ist. Meine Analysen zeigen aber nur eine Abnahme von Kieselsäure und Thonerde. Die Mengen von Kalkerde und Wasser unterliegen zwar kleinen Schwankungen bleiben aber im Ganzen constant, nämlich im Mittel Wasser 2,050% = 1141 Mol.:

Kalkerde 23,957 - = 4289 -

Das Silicat $H_2 Ca_4 R_6 Si_6 O_{26}$ entspricht stets der Polykieselsäure $H_{4,666} SiO_{4,333}$, dagegen erhalte ich bei meinen Analysen für den

Piemontit von St. Marcel	$H_{4,893} SiO_{4,446}$
Epidot vom Dauphiné	$H_{4,808} SiO_{4,404}$
- - Sulzbachthal	$H_{4,839} SiO_{4,420}$
- - Zillerthal	$H_{4,674} SiO_{4,337}$
Zoisit von Valtigels	$H_{4,558} SiO_{4,279}$
im Mittel	$H_{4,754} SiO_{4,377}$

mithin entspricht nur der Epidot vom Zillerthale dieser Kieselsäure, aber damit noch nicht dem Silicate $H_2 \overset{II}{R_4} R_6 Si_6 O_{26}$, dazu hat er 1 Procent Kalkerde zuviel und ein Procent Thonerde zu wenig.

Meine Analysen entsprechen mithin nicht der bisherigen Formel, dieselbe kann also nicht die richtige sein.

Bei der Aufstellung einer Formel für nicht ganz einfach zusammengesetzte Mineralien nehmen jetzt manche Mineralchemiker ihre Zuflucht zu der Annahme, dass solche Mineralien Mischungen von 2 oder mehr isomor-

Digitized by Google

phen, aber z. Th. chemisch ganz verschieden zusammengesetzten Verbindungen in schwankenden Verhältnissen seien.

Hiermit eröffnet man meines Erachtens der Willkür Thor und Thür und kehrt beispielsweise für den Epidot zu der alten Hermann'schen »Heteromerie« zurück.

Die von Rammelsberg für die Eisen- und Aluminium-haltigen Hornblenden und Augite gemachte Annahme einer solchen molecularen Verbindung von einem Bisilicate mit Sesquioxyden kann auf den Epidot nicht ausgedehnt werden, weil der Gehalt von Kalkerde und Wasser, aber nicht die Menge Kieselsäure, einen fast constanten Werth hat.

Ich glaube, an dem Grundsatze noch festhalten zu müssen, dass jedes krystallographisch und physikalisch selbstständige Salz (Spezies), mag es durch isomorphe Vertretungen einzelner Bestandtheile noch so verschiedene qualitative und quantitative Zusammensetzung haben, auf dieselbe Säure zurückzuführen sein muss. Hierbei ist natürlich der Fall nicht ausgeschlossen, dass zwei oder mehre, krystallographisch und physikalisch verschiedene Salze derselben Säureformel entsprechen können. Treten in letzterem Falle ausserdem noch in Bezug auf die quantitative und qualitative Zusammensetzung nähere Uebereinstimmungen hervor, so nennt man die Salze heteromorph. In Bezug auf die Epidotgruppe müssen danach alle Epidotanalysen einerseits und alle Zoisitanalysen andrerseits zu derselben Polykieselsäure führen und für beide Mineralien können diese Säuren dieselben sein.

Beim Berechnen der Formel für die der Epidotgruppe zu Grunde liegende Polykieselsäure aus den Resultaten der Analyse sind Wasserstoff, Calcium, Aluminium und Silicium sichere Grössen, da sie nur eine Oxydationsstufe haben; nicht so das Eisen und Mangan.

Nimmt man deren Oxydationsstufen ursprünglich so an, wie sie die Analyse jetzt findet, so erhält man bei den verschiedenen Analysen nicht dieselbe Polykieselsäure wie aus der zuletzt gegebenen Tabelle (S. 565) hervorgeht. Das macht diese Annahme, welche zuerst als die natürliche erscheint, unwahrscheinlich.

Ich werde in § 16 zeigen und habe es schon in § 5 erwähnt, dass man in einem Eisen- und Mangansilicate die Oxydationsstufen dieser Metalle reducirend und oxydirend zu ändern vermag, ohne dass Schmelzung der Substanz eintritt. Es ist deshalb die Annahme nicht unwahrscheinlich, dass im ursprünglichen Epidot und Zoisit die Oxydationsstufen andere gewesen sind als jetzt. Darauf deutet auch der Umstand hin, dass alle diese Mineralien stets beide Oxydationsstufen in schwankender Menge an den verschiedenen, und wahrscheinlich auch an den gleichen Fundorten enthalten.

Nimmt man nun, wie früher, die Schwermetalle ursprünglich ganz als Oxyde an und erklärt die meist unter 1% betragende Oxydul-Menge durch eine spätere Reduction, so erhält man ebenso wenig eine gleiche Säure für

Digitized by Google

alle Analysen, weil die Mengen Oxydul zu gering sind, um wesentlich die Formeln ändern zu können. Für den Piemontit wird nämlich dann die Säure $H_{4,969}SiO_{4,485}$ und für den Zoisit $H_{4,576}SiO_{4,289}$.

Es bleibt folglich als dritte Möglichkeit nur noch die Annahme übrig, dass alle Schwermetalle in diesen Mineralien ursprünglich als Oxydul enthalten gewesen sind und sich im Laufe der Zeit bei Zutritt von Sauerstoff mehr oder weniger in Oxyd umgewandelt haben. Unter diesem Gesichtspunkte berechnet sich die Polykieselsäure

für den Piemontit von St. Marcel	$H_{4,564}SiO_{4,282}$
- - Epidot vom Dauphiné	$H_{4,514}SiO_{4,257}$
- - - - Sulzbachthal	$H_{4,587}SiO_{4,294}$
- - - - Zillerthal	$H_{4,561}SiO_{4,281}$
- - Zoisit von Valtigels	$H_{4,515}SiO_{4,258}$
oder im Mittel	$H_{4,548}SiO_{4,274}$

Bei dieser Annahme sind die Epidote und Zoisite aus derselben Säure $H_{4,5}SiO_{4,25}$ entstanden, welche zwar complicirt aber immer noch einfacher zusammengesetzt ist als die der bisherigen Epidotformel entsprechende Säure $H_{4,666}SiO_{4,333}$, welche nur wenigen Analysen entspricht.

Allein noch eine Möglichkeit ist in Betracht zu ziehen, welche schon Cordier (5) für den Piemontit angenommen und ich § 9,2 wieder in Erwägung gezogen habe, nämlich die, dass die Epidote durch Mangan- und Eisenoxyd gefärbte Calcium-Aluminiumhydrosilicate seien.

In diesem Falle wären die Formeln

für den Piemontit von St. Marcel	5955	$(H_{3,695}SiO_{3,946}) + 990$	$Mn(Fe)_2O_3$
- - Epidot vom Dauphiné	6129	$(H_{3,921}SiO_{3,961}) + 906$	Fe_2O_3
- - - - Sulzbachthal	6159	$(H_{4,063}SiO_{4,042}) + 776$	-
- - - - Zillerthal	6427	$(H_{4,337}SiO_{4,169}) + 361$	-
- - Zoisit von Valtigels	6639	$(H_{4,430}SiO_{4,215}) + 142$	-

hieraus und aus dem Umstande, dass bei meinen Analysen Kalkerde und Wasser fast constante, Thonerde und Kieselsäure stark wechselnde Grössen sind, geht die Falschheit dieser Annahme hervor.

Da bei meinen Analysen die Mengen Kalkerde und Wasser sich nahezu gleich bleiben, ist man bei meiner Annahme genöthigt eine Vertretung der Thonerde namentlich durch Eisen- und Manganoxydul anzunehmen wie bisher durch deren Oxyde. Auf solche Vertretung der Thonerde in natürlichen Silicaten haben Bunsen*) und ich**) schon früher hingewiesen.

Bei der Bildung des Salzes aus einer Säure nimmt man allgemein an, dass die den Wasserstoff der Säure substituirenden, verschieden werthigen Metalle, d. h. die Summe aller einwerthigen, die Summe aller zweiwerthigen,

*) Poggendorff's Annalen 1851, 83, 197 und Jahrbuch für Min. 1851, 837.

**) Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1864, 16, 411.

Digitized by Google

die Summe aller sechswerthigen Elemente sowohl unter einander wie zum etwa nicht substituirten Wasserstoffe in einem einfachen stöchiometrischen Verhältnisse stehen.

Das mag der Fall sein, wenn wie bei den künstlichen und vielen natürlichen Salzbildungen alle Elemente des Salzes in reichlicher Menge bei der Krystallbildung zur Disposition stehen, braucht es bei Mangel an gewissen Elementen — also gleichsam im Kampfe um's Dasein — nicht unbedingt, denn nach den heutigen Ansichten der Chemie können sich alle basisbildenden Metalle in ganz beliebigen Mengen, aber stets nach ihrer Werthigkeit vertreten. Das geht auch aus meinen Analysen der Epidote hervor. Hier stehen die Molecüle von H_2O, CaO, FeO, MnO, Al_2O_3 nur mehr oder weniger angenähert in einem einfachen Verhältnisse. Sobald man dasselbe zu einem einfachen abrunden will, erhält man eine andere Säureformel z. B. für den Epidot vom Dauphiné

$$H_{2,142}\,Ca_{4,237}\,Fe_{1,897}\,Al_{2,207}\,Si_{6,127}\,O_{26,080} = 6{,}127\ (H_{4,514}\,SiO_{4,257})$$
$$H_2\quad Ca_4\quad Fe_2\quad Al_2\quad Si_6\quad O_{25}\quad =\quad 6\ (H_{4,33}\,SiO_{4,166})$$

Man kann also im Allgemeinen die Epidotformel nur $H_{4,5}\,SiO_{4,25}$ schreiben.

Da der Zoisit von Valtigels nur wenig Eisen enthält, es also für die Formel ohne Einfluss ist, ob man es als Oxyd oder Oxydul annimmt, unterliegt es gar keinen Zweifel nach meinen Untersuchungen, dass dieser Zoisit nur durch die Säureformel $H_{4,5}\,SiO_{4,25}$ ausgedrückt werden kann. Dasselbe geht aber auch schon aus den alten Analysen des Zoisit hervor; nimmt man darin alles Eisen als Oxyd, so geht keine Formel (§ 15) über $H_{4,552}\,SiO_{4,276}$ hinaus. Das Mittel der zuverlässigsten Analysen ist sogar gerade $H_{4,495}\,SiO_{4,248}$. Man hat folglich nur wegen der Epidotanalysen auch für den Zoisit die Epidotformel $H_{4,66}\,SiO_{4,33}$ aufgestellt.

Wäre es nun anderweitig mit Sicherheit erwiesen, dass Zoisit und Epidot dasselbe Mineral sind, oder dass sie, falls beide krystallographisch verschieden, von gleicher chemischer Constitution, also dimorph, sind — was doch der Fall zu sein scheint — so wäre meine Formel auch für den Epidot über jeden Zweifel erhaben, während man mir jetzt vielleicht noch den Einwurf machen wird, meine Formel passe nur für den Zoisit und für vier Epidote, nicht für Alle.

Um diesen Einwurf soviel als möglich zu entkräften, habe ich solche Epidote zur Analyse gewählt, welche in ihrer Zusammensetzung den grössten bekannten Schwankungen unterliegen. Völligen Entscheid in dieser Frage können allerdings nur wiederholte Analysen von Epidoten bringen, welche mit denselben Vorsichtsmassregeln wie die meinigen ausgeführt sind. Einen durchschlagenden Entscheid würde eine Analyse von farblosen, eisenfreien Epidotkrystallen bringen, deren Auffinden ja im Bereiche der Möglichkeiten liegt; es finden sich ja fast farblose Epidote als Seltenheiten in den Alpen.

Zum Weiterverfolg dieser Frage fehlt mir jetzt das analytische Material.

Digitized by Google

§ 15. Die Beziehungen zwischen meiner Epidotformel und den alten Analysen.

Zur Beantwortung der (mir nicht zweifelhaften) Frage nach der Epidotformel können nach den obigen Ausführungen die zahlreichen alten Analysen gar nicht oder nur in sehr beschränktem Masse benutzt werden. Selbst die Analysen, welche den Wassergehalt richtig und ausserdem nur die wesentlichen Bestandtheile des Epidot angeben, enthalten in der Kieselsäure meist unlösliche Verunreinigungen, zeigen also zu viel Kieselsäure an.

Von den älteren Analysen, welche meiner Formel ziemlich entsprechen, werde ich die Formeln der Kieselsäure zusammenstellen und zwar unter:

I alles Mangan und Eisen als Oxyd — alte Formel
II - - - - - Oxydul — neue -

Mineral	Fundort	Analytiker	I		II	
			Hx Si	*Oy*	*Hx Si*	*Oy*
Epidot	Guttannen	Scheerer (44)	4,548	4,272	4,351	4,476
-	Arendal	Richter (44)	4,592	4,296	4,382	4,194
-	Achmatowsk	Rammelsberg (50)	4,706	4,353	4,401	4,204
-	Arendal	Geffken (44)	4,751	4,376	4,405	4,208
-	Dauphiné	Stockar (44)	4,727	4,364	4,413	4,207
-	Sulzbach	Ludwig (61)	4,732	4,366	4,414	4,207
-	Arendal	Bredt (24)	4,763	4,382	4,421	4,211
-	Sulzbach	Rammelsberg (62)	4,747	4,374	4,423	4,212
-	Traversella	- (50)	4,763	4,382	4,434	4,217
-	Syra	Lüdecke (74)	4,620	4,310	4,487	4,219
-	Allochet	Dölter (72)	4,758	4,379	4,465	4,233
-	Guttannen	Stockar (44)	4,690	4,345	4,499	4,250
-	Sustenhorn	-	4,683	4,342	4,512	4,256
-	Arendal	Hermann (25)	4,820	4,440	4,546	4,273
-	-	-	4,927	4,464	4,546	4,273
-	Lole	Stockar (44)	4,710	4,355	4,562	4,284
-	Formazzathal	-	4,733	4,367	4,563	4,282
-	Maggiathal	-	4,727	4,364	4,564	4,282
-	im Mittel		4,721	4,361	4,468	4,232
Zoisit	Gefrees	Rammelsberg (44)	4,403	4,202	4,351	4,476
-	Saualpe	Thomson (15)	4,524	4,262	4,388	4,194
-	Sterzing	Rammelsberg (44)	4,429	4,215	4,390	4,195
Thulit	Traversella	Pisani (53)	4,495	4,248	4,456	4,228
Zoisit	Cullakenee	Genth (70)	4,495	4,248	4,465	4,233
-	Goshen	Rammelsberg (44)	4,546	4,258	4,470	4,235
-	Meran	Rengert (50)	4,546	4,273	4,489	4,245
Unionit	Unionville	Brush (47)	4,552	4,276	4,544	4,272
Zoisit	im Mittel		4,495	4,248	4,444	4,222

Manche Analyse würde vielleicht noch hieher zu stellen sein, wenn bei ihr der Wassergehalt nicht unberücksichtigt oder zu niedrig bestimmt worden wäre.

Nach vorstehender Zusammenstellung entsprechen die noch am meisten zuverlässigen älteren Analysen der neuen Formel besser als der alten.

In wie weit man den Eisenoxydgehalt anderer natürlicher Silicate ebenfalls ursprünglich als Oxydul aufzufassen haben wird, können wie beim

Digitized by Google

Epidote nur erneute, zuverlässige Analysen ermitteln. Theoretische Discussionen der alten Analysen würden einen zu unsicheren Ausgangspunkt haben und hier zu weit führen.

Nach den vorstehenden Mittheilungen kann auf keinen Fall der Manganepidot als ein Beweis für die Existenz eines der Thonerde und Eisenoxyd isomorphen Manganoxyds herangezogen werden.

Nicht unerwähnt darf ich es lassen, dass schon Hermann (45 S. 327) meine Ansicht, wenn auch nicht für alles so doch für einen Theil des Eisenoxyds im Epidot, ausgesprochen hat.

§ 16. Ueber die künstliche Aufnahme und Abgabe des Sauerstoffs in Eisen- und Mangansilicaten.

Die schon in § 5 mitgetheilte Beobachtung, dass Eisen- und Mangansilicate beim Erhitzen ohne eintretende Sinterung, rascher aber beim Schmelzen, je nach den näheren Umständen Sauerstoff abgeben oder aufnehmen, und die bei der Bildung der Epidotformel gewonnene Ansicht, der ursprüngliche Epidot und Zoisit enthalte nur Oxydul, das sich später durch Luftzutritt fast ganz oxydirt habe, liessen mich die Möglichkeiten einer rascheren künstlichen Aufnahme und Abgabe von Sauerstoff in Eisensilicaten, vor allem am Epidot, durch Zuführen von Sauerstoff oder Wasserstoff etwas näher untersuchen.

Eine solche Oxydation und Reduction bei gewöhnlichem Luftdrucke und bei Temperaturen unter 100° im galvanischen Strome oder ausserhalb desselben, trocken oder bei Gegenwart von Wasser oder schwachen Säuren liessen sich nicht nachweisen; sie mögen sich wohl vollziehen aber zu langsam, um in kurzen Zeiten beobachtet werden zu können. Die Natur hat höhere Temperatur, höheren Druck und namentlich viel längere Zeit für die Oxydation gehabt, da die Epidotbildung besonders der Urzeit der Erde — Bildung der krystallinischen Schiefer und der alten Eruptivgesteine — angehört. Jüngere, z. B. vulkanische oder gar künstliche Epidotbildungen sind völlig unbekannt.

Unter diesen Umständen musste ich die Hitze zur Beschleunigung der Oxydation und Reduction anwenden, aber so, dass keine Sinterung oder gar Schmelzung, d. h. keine physikalische Zerstörung des Epidotmolecül eintreten durfte.

Zur Beurtheilung, dass die Schmelzung nicht eingetreten sei, wurde stets das feinste Pulver, welches immer schüttig bleiben musste, angewendet und nach dem Erhitzen unter dem Mikroskope auf die beibehaltene scharfkantige Form untersucht. In einem doppelten Platintiegel mit durchlöchertem Deckel, durch welchen mittels einer Porzellanröhre bis nahe auf den Boden des Tiegels ein lebhafter Luft-Sauerstoff- oder Wasserstoffstrom geleitet werden konnte, wurde das Glühen über einem Bunsen'schen Brenner vorgenommen. Niemals zeigte sich eine Spur Sinterung.

Digitized by Google

Die theilweise Sauerstoffabgabe beim Glühen ohne Schmelzung und ohne Anwendung eines Wasserstoffstromes ist schon in § 5 und 6 an mehreren Beispielen mit Zahlen bewiesen worden, ebenso die manchmal eintretende theilweise Oxydation.

Die völlige Reduction des Eisen- und Manganoxyds durch Hitze ohne Schmelzung gelingt nur im Wasserstoffstrome, wie folgende Beispiele zeigen.

1. Der Manganepidot von St. Marcel.

0,5234 Gramm lufttrockene Substanz zeigten nach zweistündigem Glühen 3,592% Verlust, der sich bei fortgesetztem Glühen gar nicht mehrte. Das frische kirschrothe Pulver war dabei fast farblos, wie ganz frischer Spatheisenstein, geworden. Dass dabei alles Oxyd zu Oxydul reducirt war, habe ich schon in § 9,3 nachgewiesen.

Beim Glühen dieses reducirten Pulvers unter Luftstrom wurde es sehr rasch dunkelbraun, wie Chocoladepulver, die

Gewichtszunahme in	2	Stunden	0,680%	der	lufttrockenen	Substanz
-	- 3,5	-	0,766	-	-	-	-
-	- 5	-	0,851	-	-	-	-
-	- 6,5	-	0,936	-	-	-	-
-	- 9	-	0,936	-	-	-	-

Die aufgenommenen 0,936% Sauerstoff reichen hin, alles Eisenoxydul und noch 7,194% Manganoxydul in Oxyde wieder umzuwandeln. Nach der Analyse (§ 9) bleiben somit noch 7,696%, also fast die Hälfte, Manganoxydul unoxydirt. Das entspricht einem molecularen Verhältnisse von $Mn_2O_3 : 2\,MnO$ statt von $2\,Mn_2O_3 : MnO$ im frischen Manganepidot. Das unter Luftstrom geglühte Pulver nahm unter Sauerstoffstrom

nach 3 Stunden 0,120%
- 5 - 0,150 - Sauerstoff auf.

Ob bei fortgesetztem Erhitzen unter Luft- oder Sauerstoffstrom das Pulver allen Sauerstoff wieder aufgenommen haben würde, bleibt dahingestellt.

2. Der Epidot von Bourg d'Oisans.

0,0449 Gramm 106° trockene Substanz zeigten in einfachem Tiegel ohne Wasserstoffstrom einen Glühverlust von 2,027%: das grüne Pulver war dabei ölbraun geworden.

Der Glühverlust unter Wasserstoffstrom betrug 3,563%, das Pulver hatte dabei eine dunkelgrüne, fast schwarze Farbe angenommen. Da der Wassergehalt bei diesem Versuche 1,957% betrug, war die Sauerstoffabgabe 1,606%. Nach der Analyse enthält das Mineral 14,270% Eisenoxyd, dieselben geben bei Reduction zu Oxydul 1,427% Sauerstoff ab. Die somit resultirende Mehrabgabe von 0,179% deutete auf Bildung von metallischem Eisen hin, allein das Pulver zeigte keinen Magnetismus und mit Säuren keine Wasserstoffentwickelung. Die Differenz von 0,179% zwischen Beob-

Digitized by Google

achtung und Rechnung erklärt sich wohl genügend aus den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern besonders bei Anwendung von so geringen Mengen Substanz. Also auch in diesem Falle war völlige Reduction des Eisenoxyds zu Oxydul eingetreten.

Bei einem zweiten Versuche mit grösseren Mengen Substanz gelang es mir nicht, alles Oxyd zu Oxydul zu reduciren, obwohl die Glühung unter Wasserstoffstrom 12 Stunden lang fortgesetzt wurde. Der Glühverlust betrug nämlich nur 2,840%
davon war Wasser und Feuchtigkeit (§ 11) 1,930 -
mithin Sauerstoffabgabe 0,880 -

dieser reducirt geglühte Epidot enthielt mithin 0,640% natürliches und 7,920% neugebildetes Eisenoxydul neben 14,270—8,800=5,470% Eisenoxyd. Bei zweistündigem Glühen des reducirten grünschwarzen Pulvers des Epidot unter Luftstrom wurde es schmutzig braunroth wie manches Rotheisen und zeigte eine Gewichtszunahme von 0,884%, es hatte also allen vorhin abgegebenen Sauerstoff wieder aufgenommen und enthielt nur noch das ursprüngliche 0,640% Eisenoxydul.

Dieser Rückstand zwei Stunden unter Sauerstoffstrom geglüht zeigte ohne weitere Farbenänderung eine neue Zunahme von 0,406%, es hatte sich folglich auch das ursprüngliche Eisenoxydul in Oxyd verwandelt, wozu nur 0,068% Sauerstoff nöthig sind. Die Differenz zwischen Rechnung und Beobachtung ist nur 0,032%.

Gelingt es auch nicht immer bei diesen Versuchen — vielleicht nur wegen Kürze der Zeit — die Oxydation des zurückgebildeten Oxydulsilicats soweit zu treiben wie in der Natur, so geht doch die von mir angenommene Oxydation als möglich aus diesen Versuchen hervor.

Auch andere Silicate mit beiden Oxyden des Eisens zeigen unter gleichen Umständen eine Oxydation resp. Reduction z. B. eine dunkelgrünschwarze gemeine Hornblende von Pargas. Endgiltige Zahlenangaben über die Zu- und Abnahme des Sauerstoffs in diesem Falle kann ich noch nicht machen, weil mir weder der keinesfalls hohe, aber jedesfalls vorhandene Wassergehalt noch der Gehalt an Eisenoxydul und Oxyd der frischen Substanz bekannt sind.

Das bläulichgrüngraue 106° trockene Pulver zeigte unter Luftstrom geglüht, wieder ohne Sinterung, zuerst einen Verlust von 1,314%, der sich durch Aufnahme von Sauerstoff nach ferner zweistündigem Glühen auf 0,934, nach ferner zwei Stunden auf 0,846% verringerte. Das Pulver war dabei durch Wasserverlust und Sauerstoffaufnahme kaffeebraun geworden. Unter Wasserstoffstrom geglüht wurde das 106° trockene Pulver ganz hell aschgrau — also nicht dunkel wie das Epidotpulver — fast farblos und erlitt

nach einstündigem	Glühen	1,817%	Verlust	
- 2½	-	-	2,271 -	-
- 3½	-	-	2,325 -	-
- 5	-	-	2,379 -	-

Digitized by Google

Bei so hellem Pulver kann von Bildung metallischen Eisens nicht die Rede sein.

Der Gedanke lag nahe, unter dem Mikroskope zu prüfen, ob mit dieser chemischen Veränderung des Eisensilicats zugleich auch eine physikalische verbunden sei, abgesehen von der schon für das unbewaffnete Auge sehr auffälligen Aenderung der Farbe, und ob sich dabei eine Widerlegung oder Bestätigung meiner Ansicht über die chemische Constitution der Epidote ergebe.

Bei diesen Untersuchungen stellte es sich heraus, dass die Hornblende von Pargas genau unter denselben Umständen und Einflüssen sich anders verhält wie der Epidot und Zoisit, worauf die lichte Farbe der in Wasserstoff reducirten Hornblende im Gegensatz zu der dunklen des reducirten Epidot schon hingedeutet hatte.

Ich theile deshalb hier diese vorläufigen, z. Th. sehr eigenthümlichen Beobachtungen mit in der Hoffnung, sie später weiter verfolgen zu können.

Bei der dunkelen Farbe der Mineralien, namentlich in manchem geglühten Zustande sind diese Beobachtungen nicht an Dünnschliffen anzustellen sondern nur am feinsten, in Canadabalsam unter Deckglas eingebetteten Pulver.

1. Die Hornblende von Pargas

ist im frischen Zustande bei 90facher Vergrösserung sehr deutlich grüngrau, bei 550facher Vergrösserung fast farblos, nur schwach pleochroitisch aber stark doppelbrechend, ganz klar und einschlusslos.

Das oxydirt geglühte, kaffeebraune Pulver zeigt sich selbst bei den stärksten Vergrösserungen nur in der Farbe, die lebhaft goldgelb geworden ist, und in dem dadurch deutlicher gewordenen Pleochroismus verändert. Die Reinheit und Klarheit der Substanz ist dieselbe geblieben, ebenso bei dem unter Wasserstoffstrom reducirten, fast farblosen, nur ganz hell gelblich grauen Pulver, das bei 90facher Vergrösserung noch etwas gelbgrün, bei 950facher Vergrösserung ganz farblos ist und deshalb neben der starken Doppelbrechung nur noch ganz schwachen Pleochroismus zeigt.

Die Hornblende zeigt mithin bei der chemischen Veränderung selbst bei 950facher Vergrösserung keine physikalische Zerlegung und keine Sinterung.

Ganz anders, aber unter sich qualitativ ganz gleich, verhalten sich die Epidote und Zoisite, wenn sie den gleichen Einflüssen ausgesetzt werden.

2. Der Epidot von Bourg d'Oisans

ist im frischen Zustande unter dem Mikroskope eine ganz lichtgrüne, bei starker Vergrösserung und in sehr feinem Zustande fast farblose, schwach pleochroitische, stark doppelbrechende, ganz klare, einschlusslose Substanz. Der in Wasserstoff reducirte dunkelgrünschwarze Epidot zeigt aber ganz

Digitized by Google

auffallender Weise in seiner Masse gleichmässig vertheilt eine Erscheinung, welche man nur als partielle Schmelzung innerhalb nicht geschmolzener Substanz anzusehen vermag, sobald man stärkere Vergrösserung — Objectivlinse 7 oder 9 von Hartnack — anwendet.

In einer klaren, farblosen, noch eben deutlich doppelbrechenden Krystallmasse, welche keine Spur Sinterung oder Schmelzung verräth, liegen nämlich nun nach dem Glühen zahllose, grünschwarze, scharfbegrenzte, kugel- oder scheiben- oder vielleicht auch ringförmige Körper, einzeln oder mäandrisch durch einander verschlungen. Diese dunkelen, den Tropfen eines grünschwarzen Flaschenglases ähnlichen Bildungen in der farblosen Krystallmasse verursachen für das blosse Auge die dunkelgrünschwarze Färbung des reducirt geglühten Pulvers.

Der vor dem Glühen gleichmässig vertheilte Farbestoff des Epidot erscheint durch Schmelzung an zahlreichen Concentrationscentren zusammengeballt. Die dunkelen Neubildungen sind so klein, dass bei 90 facher Vergrösserung nur die grössten unterschieden werden können, die kleineren lassen dabei die Epidotsubstanz fast gleichmässig schmutzig grün gefärbt erscheinen.

Das unter Luftstrom geglühte Pulver — es ist gleich, ob man das frische oder das reducirte Pulver dazu nimmt — ist schmutzig rothbraun und zeigt unter dem Mikroskope genau dieselbe Erscheinung nur in einer mehr bräunlichgrünschwarzen Farbe.

3. Der eisenarme Zoisit von Valtigels

verhält sich genau ebenso, nur sind die Zusammenballungen viel spärlicher und deshalb das Pulver ungleich heller in allen Zuständen als das Pulver der eisenreichen Epidote. Hieraus und aus der Farbe der Concretionen ergiebt sich, dass die Bildung derselben vom Eisengehalte der Substanz abhängig ist.

Das ungeglühte weisse Pulver erweist sich unter dem Mikroskope als eine deutlich doppelbrechende, klare, farblose, und einschlusslose Substanz. Das reducirte Pulver zeigt unter dem Mikroskope in einer ebenfalls farblosen doppelbrechenden Krystallmasse einzelne grünschwarze Concretionen, welche das Pulver dem blossen Auge nur hell aschgrau erscheinen lassen. Das oxydirte Pulver zeigt die Farbe der Zusammenballungen bräunlich schwarz und erscheint makroskopisch dadurch ganz lichtbräunlich.

4. Beim Manganepidot von St. Marcel

ist die Erscheinung mit Ausnahme in der Farbe und der grösseren Menge der Neubildungen genau dieselbe. Das frische Pulver erweist sich unter dem Mikroskope als eine ganz klare, einschlusslose, rothe, ungewöhnlich schön pleochroitische, stark doppelbrechende Substanz. Der unter Luftzu-

Digitized by Google

tritt geglühte Manganepidot ist dagegen schwarz wie Braunstein, das feinste Pulver zeigt aber noch einen Stich in das Grünbraune und ist nur bei starker Vergrösserung in den feinsten Splittern durchscheinend, weil es die dunkelölbraunen Neubildungen dicht gedrängt enthält. Bei so dunkelen und dünnen Splittern ist es häufig schwer, die Doppelbrechung der Substanz, in welcher die Kugeln liegen, zu erkennen. Bei den anwendbaren Vergrösserungen ist diese Substanz nicht ganz farblos wie in den obigen Fällen sondern ganz hell ölbraun. Es liegt nach den früheren Mittheilungen hier aber die Vermuthung nahe, dass sie an sich farblos ist und nur gefärbt erscheint durch noch nicht erkennbare kleinste Kugeln.

Das reducirte, fast farblose Pulver zeigt unter dem Mikroskope in einer farblosen, deutlich doppelbrechenden Masse dieselben Concretionen in blass grünlich gelber Farbe.

Lässt sich auch aus diesen noch ganz vereinzelten Beobachtungen bis jetzt kein Schluss ziehen, so erscheint es mir doch erlaubt, die vorstehenden chemischen und physikalischen Beobachtungen durch eine Hypothese zu verbinden.

Der ursprünglich nur Eisen- bez. Mangan-Oxydul haltige Epidot nimmt, wie andere feste Eisenoxydulsalze, bei Luftzutritt langsam Sauerstoff auf und wandelt seine Schwermetalle fast ganz in Oxyde um. Seine ursprünglichen Molecüle müssen dabei chemisch und physikalisch geändert werden oder in neue zerfallen. Es wird sich eine von der Eisen- (Mangan-) Menge abhängige Menge irgend einer Oxydverbindung abgeschieden haben. Da keine Vergrösserung das Molecül zu sehen erlaubt, erscheint durch diese neue abgezweigte, ganz gleichmässig vertheilte Verbindung die Epidotsubstanz gleichmässig gefärbt bei allen Vergrösserungen.

Von welcher Art diese Eisen- und Mangan-Verbindungen sind, bleibt dahingestellt, nur müssen sie für sich oder in dem Contacte mit der herrschenden Silicatmasse, worin sie liegen, leichter — schon bei Rothgluth — schmelzbar sein, als Letztere.

Wird nun der Epidot, wie er sich jetzt findet, geglüht, so entweicht aller Wasserstoff mit Sauerstoff als Wasser, wobei ein zweites Zerfallen oder Aenderung des ursprünglichen Epidotmolecül eintreten muss. Gleichzeitig schmelzen die benachbarten Molecüle der zuvor entstandenen Eisen- (Mangan-) Verbindung zu grösseren oder kleineren, mikroskopisch sichtbaren Concretionen zusammen.

Die Erklärung, wie man sich innerhalb einer starren Krystallmasse solche Zusammenballungen von leichter schmelzbaren Molecülen vorzustellen hat, bleibt die Wissenschaft vorläufig uns schuldig. Ob auf den intermolecularen Räumen, ob auf Capillarräumen, welche bei der Erhitzung oder dem Entweichen des Wassers sich gebildet haben, die Bewegung und Zusammen-

Digitized by Google

ballung der leichter schmelzbaren Molecüle stattfinden, ist natürlich unter dem Mikroskope nicht zu sehen.

Vielleicht ist das Rothzinkerz (§ 9, 2), welches sich in diesen Beziehungen ähnlich verhält wie der Manganepidot, welches aber in seinem Molecüle eine einfache Constitution hat, im Stande, diese Ansicht zu stützen. Dieses Mineral, welches man künstlich ganz rein und farblos darstellen kann, ist Zinkoxyd $= Zn\,O$. In der Natur findet es sich mit Manganerzen, und da kann es nicht befremden, wenn Spuren bis einige Procente Mangan das gleichwerthige Zink vertreten Dieses manganoxydulhaltige Zinkoxyd ist allerdings mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen, dürfte aber ebenfalls farblos oder nur hell gefärbt sein, wie alle Manganoxydul-haltigen Substanzen. An der Luft kann sich das Zinkoxyd nicht höher oxydiren, wohl aber das Manganoxydul. Es wird sich eine höhere Oxydationsstufe des Mangans*) für sich oder mit Zinkoxyd abscheiden und je nach ihrer Menge die gelbe bis morgenrothe Farbe des Rothzinkerz veranlassen, welche selbst bei der stärksten Vergrösserung gleichmässig das Zinkoxyd färbt. Unter dem Mikroskope ist das Mineral gut doppelbrechend, aber nur schwach dichroitisch, klar und völlig einschlusslos. Unter Luftstrom geglüht wird es braun, wie feines Kaffeepulver, zeigt aber unter dem Mikroskope sonst keine Veränderung. Unter Wasserstoffstrom so stark als möglich im Rose'schen Porzellantiegel im Gasbrenner geglüht erhält das braune oxydirte Pulver zuerst seine morgenrothe Farbe wieder und wird dann unter Verflüchtigung eines Theiles von Zink, welches sich an den Rändern des Tiegels als weisses Zinkoxyd wieder niederschlägt, bräunlichgrau. Unter dem Mikroskope sieht man, dass sich der Farbestoff nun zu zahllosen dunkelbraunen, fast undurchsichtigen Kugeln zusammengeballt hat, welche in einer, wahrscheinlich durch noch kleinere nicht sichtbare Kugeln derselben Substanz bräunlichen Grundmasse liegen, welche nicht geschmolzen ist, aber die Doppelbrechung wegen der dunkelen Färbung mit Sicherheit nicht mehr erkennen lässt. Auf jeden Fall ist das Rothzinkerz chemisch und mikroskopisch nochmals eingehend zu untersuchen.

Des Problematischen bleibt — wie man aus der vorstehenden Arbeit sieht — noch genug beim Epidot. Wenn ich mich bestimmter, als unter solchen Umständen erlaubt ist, ausgesprochen haben sollte, so geschah es nur der Darstellungweise wegen, nicht weil ich Alles für ausgemacht halte. Die vorstehenden Untersuchungen können nur als erster Versuch gelten, näher in das chemische Wesen der Epidote, welche in den letzten Jahren krystallographisch und optisch so eingehend untersucht worden sind, einzudringen.

Aachen, im April 1879.

*) Gewöhnlich wird Manganoxyd angenommen.

Digitized by Google

XXXII. Ueber eine neue merkwürdige Mineralfundstätte in Fairfield Co, Connecticut, und Beschreibung der dort vorkommenden neuen Mineralien.

(II. Theil.)

Von

George J. Brush und Edward S. Dana in New-Haven*).

(Mit 2 Holzschnitten.)

Im vorigen Bande dieser Zeitschrift S. 529 f. haben wir die Entdeckung der neuen Mineralfundstätte zu Branchville, Fairfield Co, Connecticut, und die Beschreibung von fünf daselbst gefundenen neuen Mineralien, sämmtlich Manganphosphaten, mitgetheilt. In dem auf jene Publikation folgenden Herbst haben wir unsere Ausbeutung der Fundstelle so nachdrücklich als möglich, und nicht ohne Erfolg, fortgesetzt. Es glückte uns, eine zweite, von der früheren unabhängige Ablagerung der Phosphate aufzufinden und in dieser beträchtliche Quantitäten Eosphorit und Lithiophilit und etwas Triploidit, sowie noch einige andere interessante Substanzen, unter denen wir eine Reihe von Uranverbindungen erwähnen. Die ausführliche Beschreibung dieses letzteren Vorkommens verschieben wir auf den später zu veröffentlichenden dritten Theil unserer Arbeit. Im vorliegenden zweiten wollen wir die Beschreibung zweier nachträglich von uns untersuchter Species geben, deren eine bereits unter dem Namen Fairfieldit eine Erwähnung im 1. Theile (l. c. S. 551) fand; hierzu fügen wir die Resultate einer neuen Analyse des Reddingit und einige Beobachtungen über den Lithiophilit. Die beiden neuen Mineralien stammen aus dem ersten Material, welches Hr. Fillow bei Eröffnung der Lagerstätte gewann; uns ist es bis jetzt nicht gelungen, davon mehr aufzufinden. Es mag noch bemerkt werden, dass wir in diesem Frühjahr die Ausbeutung der Fundstelle in einer

*) Erscheint englisch im Maiheft des »Am. Journ. Sc.« (3), Bd. 17.

Digitized by Google

noch gründlicheren Weise, als früher, wieder aufgenommen haben und also auf weitere Erfolge hoffen dürfen.

6. Fairfieldit.

Allgemeine physikalische Eigenschaften. Dieses Mineral kommt meist in derben krystallinischen Aggregaten vor, selten in ausgebildeten Krystallen. Die Structur der ersteren ist blättrig und manchmal der des Gypses sehr ähnlich; gelegentlich finden sich auch krummblättrige oder faserige Aggregate mit radialer Anordnung, welche dem Stilbit nicht unähnlich erscheinen.

Die Härte ist $3^1/_2$, das spec. Gewicht 3,15. Perlmutterglanz, etwas diamantartig; besonders hoher Glanz auf der vollkommenen Spaltungsfläche (*b*). Weiss bis blass strohgelb; Strich weiss. Durchsichtig. Spröde.

Es wurden zwei ziemlich verschiedene Varietäten beobachtet, deren eine (*A*) Hohlräume im Reddingit ausfüllt und die deutlichen Krystalle desselben bedeckt. Diese Varietät ist gleichmässig klar und durchsichtig, sehr glänzend und zeigt keine Spur von Zersetzung; sie ist blättrig, manchmal mit etwas radialer Structur.

Die zweite Varietät (*B*) kommt in Massen von sehr erheblicher Grösse vor, besonders mit Quarz unregelmässig durchwachsen und ganz durchzogen von dünnen Adern und Linien eines nicht näher bestimmbaren schwarzen Manganminerals*); dieselbe fühlt sich zerreiblich an, hat geringeren Glanz, als die erste Varietät, und zeigt eine grössere Verschiedenheit in der Structur, welche von ausgebildeten Krystallen bis zu derben und radial angeordneten Aggregaten geht. Ihre Identität mit der ersten geht aus den unten mitgetheilten Analysen hervor.

Der Fairfieldit kommt noch in kleinen Partikeln in dem weiterhin zu beschreibenden Fillowit vor, und in Massen von einiger Grösse zusammen mit Eosphorit, Triploidit und Dickinsonit.

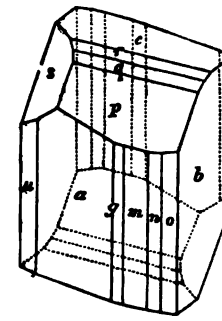
Krystallform. Undeutliche Krystalldrusen kommen bisweilen in den Hohlräumen des derben Minerals vor; sie werden gewöhnlich von Gruppen vieler durcheinander gewachsener, nahe paralleler Krystalle gebildet. Einer der am besten entwickelten Individuen konnte ganz losgelöst werden, aber auch dieser gestattete keine genauen Messungen, was um so mehr zu bedauern, als in diesem Falle die Zahl der variabeln Elemente eine sehr grosse ist; die Krystalle gehören nämlich dem triklinischen System an. Ihr allgemeiner Habitus ist in Fig. 1 (s. S. 579) dargestellt. Der Berechnung wurden folgende Winkel zu Grunde gelegt:

*) Dasselbe hat körnige Textur, ist schimmernd, schwer schmelzbar, und besteht hauptsächlich aus Hydroxyden von Mangan und Eisen, enthält aber auch Phosphorsäure und Spuren von Kalk.

Digitized by Google

$a : c = (100)\ (001) = 88^0$
$a : b = (100)\ (010) = 102$
$a : p = (100)\ (111) = 56\ 30'$
$c : p = (001)\ (111) = 33$
$b : p = (010)\ (111) = 78\ 30.$

Fig. 1.



Hieraus folgt:

$a : b : c = 0{,}2797 : 1 : 0{,}1976$
$\alpha = 102^0\ 9'$
$\beta = 94\ 33$
$\gamma = 77\ 20.$

Beobachtet wurden folgende Flächen:

$c = 0P$	(001)	$s = \frac{1}{4}'\breve{P}\frac{1}{4}$	$(1\bar{4}1)$
$b = \infty\breve{P}\infty$	(100)	$g = \infty\bar{P}'\frac{3}{2}$	(320)
$a = \infty\bar{P}\infty$	(010)	$m = \infty P'$	(110)
$p = P'$	(111)	$n = \infty\breve{P}'\frac{3}{2}$	(230)
$q = \frac{1}{2}P'$	(112)	$o = \infty\breve{P}'2$	(120)
$r = \frac{1}{3}P'$	(113)	$\mu = \infty' P$	$(1\bar{1}0)$.

Die Kantenwinkel, berechnet aus obigen Elementen, und beobachtet, sind folgende:

	Berechnet:	Beobachtet:
$c : a = (001) : (100)$	68^0	$*88^0$
$c : b = (001) : (010)$	78 33'	79
$c : m = (001) : (110)$	84 39	—
$c : p = (001) : (111)$	33	*33
$c : q = (001) : (112)$	48 34	49
$c : r = (001) : (113)$	42 43	43
$c : s = (001) : (1\bar{4}1)$	53 34	—
$a : b = (100) : (010)$	102	*102
$a : g = (100) : (320)$	40 57	40
$a : m = (100) : (110)$	46 34	46 30'
$a : n = (100) : (230)$	24 40	25
$a : o = (100) : (120)$	32 20	32
$a : \mu = (100) : (1\bar{1}0)$	44 45	46
$a : p = (100) : (111)$	56 30	*56 30'
$a : q = (100) : (112)$	70 45	—
$a : r = (100) : (113)$	75 48	—
$a : s = (100) : (1\bar{4}1)$	51 47	—
$b : \mu = (010) : (1\bar{1}0)$	146 45	—
$b : g = (010) : (320)$	94 3	—

Digitized by Google

	Berechnet:	Beobachtet:
$b : m = (010) : (110)$	85° 29′	—
$b : n = (010) : (230)$	77 20	—
$b : o = (010) : (120)$	69 40	—
$b : p = (010) : (111)$	78 30	*78° 30′
$b : q = (010) : (112)$	78 2	78
$b : r = (010) : (113)$	78 4	—
$b : s = (010) : (1\bar{1}1)$	121 16	120 30
$m : p = (110) : (111)$	51 39	—
$m : q = (110) : (112)$	66 8	—
$m : r = (110) : (113)$	71 56	—

Spaltbarkeit nach b (010) sehr vollkommen, nach a (100) etwas weniger.

Einmal wurde ein scheinbarer Penetrationszwilling beobachtet, dessen beiden Krystalle sich derartig durchkreuzten, dass die Flächen b und a des einen denen von a, resp. b des andern parallel waren. Wenn diese Coincidenz eine vollkommene gewesen wäre (genaue Messungen waren an dem Krystall nicht auszuführen), und wirklich eine regelmässige Verwachsung vorgelegen hätte, so müsste die Zwillingsebene mit a (100) entweder 51° nach (010) hin oder 39° nach ($0\bar{1}0$) hin bilden. Diesen Bedingungen genügen gleich vollkommen die Flächen (270) [(100) : (270) = 51° 4′] und ($2\bar{7}0$) [(100 : ($2\bar{7}0$) = 39° 3′], aber diese besitzen doch so complicirte Indices, dass es geeigneter scheint, jene Coincidenz als eine zufällige zu betrachten.

Optische Eigenschaften. Kleine Fragmente des Fairfieldit parallel den beiden Spaltungsflächen wurden im Stauroskop mit folgenden Resultaten untersucht:

Auf a (100) bilden die Schwingungsrichtungen 40°, resp. 50° mit der Kante $a : b$; im convergenten Lichte erscheint eine optische Axe seitlich im Gesichtsfelde und unverkennbar in derjenigen Ebene, welcher die mit der stumpfen Kante $a : b$ 50° bildende Schwingungsrichtung angehört, liegend und nach derselben Kante hin geneigt.

Die Vibrationsrichtungen auf b (010) bilden mit der genannten Kante 10°, resp. 80°, und ist hier die andere Axe deutlich sichtbar am äussersten Rande des Gesichtsfeldes, so dass die Richtung der Mittellinie annähernd festgestellt werden konnte.

Weitere Untersuchungen mit den kaum $^1/_2$ mm grossen Splittern vorzunehmen, war unmöglich.

Chemische Zusammensetzung. Die beiden Varietäten des Fairfieldit wurden von Herrn S. L. Penfield analysirt und gefunden:

Digitized by Google

	A.	B.
P_2O_5	38,39	39,62
FeO	5,62	7,00
MnO	15,55	12,40
CaO	28,85	30,76
Na_2O	0,73	0,30
K_2O	0,13	—
H_2O	9,98	9,67
Quarz	1,31	0,55
	100,56	100,30.

Die hieraus berechneten Sauerstoffverhältnisse sind folgende:

	A.			B.		
P_2O_5	0,270	0,270	1	0,279	0,279	1
FeO	0,078			0,097		
MnO	0,219			0,175		
CaO	0,515	0,825	3,06	0,549	0,826	2,96
Na_2O	0,012			0,005		
K_2O	0,001			—		
H_2O	0,554	0,554	2,05	0,537	0,537	1,93

Das Verhältniss $P_2O_5 : RO : H_2O = 1 : 3 : 2$ entspricht der Formel:

$$R_3P_2O_8 + 2H_2O.$$

Setzt man in dieser $R = Ca : (Mn + Fe) = 2 : 1$ und $Mn : Fe = 2 : 1$, so erfordert sie:

P_2O_5	39,30
FeO	6,64
MnO	13,10
CaO	30,99
H_2O	9,97
	100,00.

Die Thatsache, dass die zweite Varietät zerreiblich und etwas weniger glänzend ist, liess eine beginnende Zersetzung vermuthen, eine Ansicht, welche jedoch durch die Analyse nicht bestätigt wird. Der etwas grössere Betrag, welchen letztere für den Kalk ergab, ist möglicherweise durch eine geringe Beimengung von Apatit, welcher oft mit dem Mineral zusammen vorkommt, veranlasst, — und der grössere Eisengehalt mag daher rühren, dass die Substanz nicht vollständig von dem dieselbe durchdringenden schwarzen Oxyd befreit werden konnte.

Im geschlossenen Rohre giebt der Fairfieldit neutral reagirendes Wasser, und die Probe färbt sich erst gelb, dann dunkelbraun und wird magnetisch. In der Zange erglüht sie, schwärzt sich und schmilzt ruhig (Schmelzbarkeit $4^1/_2$) zu einer dunkelgelbbraunen Masse, welche die

Digitized by Google

Flamme blassgrün färbt (mit matten röthlichgelben Streifen an der Spitze). Löslich in den Flussmitteln, Reaction auf Eisen und Mangan. Die Substanz löst sich sowohl in Salpeter-, als in Salzsäure.

Der Name wurde dem Mineral von der Landschaft, in welcher es vorkommt, gegeben.

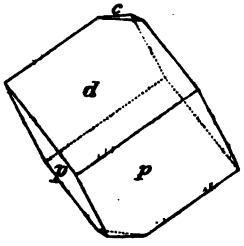
7. Fillowit.

Allgemeine physikalische Eigenschaften. Das Mineral kommt in körnig-krystallinischen Massen vor, deren einzelne Körner durch Zerbrechen leicht von einander getrennt werden können und alsdann meist nur gestreifte Contactflächen ohne krystallographische Orientirung zeigen; bisweilen wurden jedoch vereinzelte, aber recht glänzende Krystallflächen beobachtet, und selten auch ein fast vollständiger Krystall. Ziemlich häufig schliessen die derben Massen deutliche prismatische Krystalle von Triploidit und manchmal Partikel von Fairfieldit ein. Die äussere Oberfläche der Aggregate ist oft bedeckt mit einem silberweissen Mineral von strahliger Textur, aber in so dünner Schicht, dass es unmöglich war, dasselbe näher zu bestimmen. Endlich ist noch mit dem Fillowit sehr gewöhnlich Reddingit associirt, und in manchen Fällen ist es nicht leicht, beide Mineralien zu unterscheiden.

Die Härte ist $4^1/_2$, das spec. Gewicht nach zwei Versuchen 3,41 und 3,45. Der Glanz ist harzartig und fettig, die Farbe gewöhnlich wachsgelb, manchmal gelblich oder röthlich braun mit einem Strich ins Grüne, selten fast farblos. Strich weiss. Durchsichtig bis durchscheinend. Bruch uneben; spröde.

Krystallform. Die bereits in Bezug auf ihr Vorkommen erwähnten Krystalle des Fillowit haben ein charakteristisch rhomboëdrisches Aussehen. Wie Fig. 2 zeigt, ist die von den drei herrschenden Flächen, deren gegenseitige Neigungen fast gleich sind, gebildete Ecke durch ein nahe gleichseitiges Dreieck (c) abgestumpft. Die Messungen ergaben jedoch das monokline System, was auch durch die optische Untersuchung bestätigt wurde.

Fig. 2.



Die Spaltbarkeit geht nach der Fläche c, fast vollkommen.

Der Rechnung wurden folgende Winkel zu Grunde gelegt:

$c : p = (001)\ (\bar{1}11) = 58^0\ 40'$
$c : d = (001)\ (201) = 58\ 31$
$p : p = (\bar{1}11)\ (1\bar{1}1) = 95\ 23.$

Digitized by Google

Daraus folgen die Elemente des Krystalls*):

$$a : b : c = 1{,}7303 : 1 : 1{,}4490$$
$$\beta = 89^{0}\,51'.$$

Die beobachteten Flächen sind: $c = (001)oP$, $d = (201) - 2\breve{P}\infty$, $p = (\bar{1}11)P$.

Die Vergleichung der berechneten mit den an zwei Krystallen beobachteten Winkel ergiebt sich aus folgender Tabelle:

		Berechnet:	Beobachtet: (1)	(2)
$c : d$	$(001)(201)$	$58^{0}\,31'$	$*58^{0}\,31'$	—
$c : p$	$(001)(\bar{1}11)$	58 40	*58 40	—
	$(001)(111)$		58 37	—
$p : p$	$(\bar{1}11)(111)$	95 23	*95 23	$95^{0}\,25'$
$p : d$	$(\bar{1}11)(201)$	95 20	95 20	95 15
	$(111)(201)$		95 16	95 18.

Optische Eigenschaften. Diese konnten mit Hülfe kleiner Spaltungsplatten nach $c\,(001)$ genügend festgestellt werden, um die Frage des Systems, welches nach den Winkelmessungen wohl als noch zweifelhaft angesehen werden kann, bestimmt zu lösen. Eine Schwingungsrichtung auf c ist parallel der Kante cd, die andere dazu senkrecht. Uebrigens sind bei Anwendung eines Rosenbusch'schen Mikroskops beide Axen sichtbar; indess war es unmöglich, zu bestimmen, in welcher Ebene sie gelegen sind, da die einzige für die Beobachtung genügend durchsichtige Platte keine Krystallumrisse zeigte.

Chemische Zusammensetzung. Die Analysen des Fillowit, ausgeführt durch Herrn S. L. Penfield, ergaben folgende Resultate:

	I.	II.	Mittel:	Sauerstoffverhältniss:		
P_2O_5	39,06	39,15	39,10	0,275	2,75	1
FeO	9,48	9,18	9,33	0,129		
MnO	39,48	39,36	39,42	0,555		
CaO	nicht best.	4,08	4,08	0,073	8,51	3,09
Na_2O	5,65	5,84	5,74	0,092		
Li_2O	0,07	0,04	0,06	0,002		
H_2O	1,75	1,56	1,66	0,092	0,92	0,33
Quarz	0,86	0,90	0,88			
		100,11	100,27			

Das Verhältniss $P_2O_5 : RO : H_2O = 1 : 3 : \frac{1}{3}$ entspricht der Formel:

$$3R_3P_2O_8 + H_2O.$$

*) Die gewählte Stellung ist diejenige, welche am deutlichsten die nahe Beziehung der Form zu einer rhomboëdrischen zeigt. Würde man die Fläche d zum primären Hemidoma $(\bar{1}01)$ machen, so würden die Flächen p die Symbole $(111)(\bar{1}11)$ erhalten und die Elemente wären:

$$a : b : c = 1{,}976 : 1 : 1{,}730$$
$$\beta = 73^{0}\,11'.$$

Digitized by Google

Setzt man in dieser $R = Mn : Fe : Ca : Na_2 = 6 : 1 : 1 : 1$, so berechnen sich daraus folgende Procentzahlen:

P_2O_5	40,19
FeO	6,80
MnO	40,19
CaO	5,28
Na_2O	5,84
H_2O	1,70
	100,00.

Der sehr kleine Wassergehalt lässt es als fraglich erscheinen, ob er überhaupt der ursprünglichen Zusammensetzung des Minerals angehört. Es war uns nicht möglich, diese Frage sicher zu entscheiden; wir können nur hinzufügen, dass eine grosse Zahl von Proben, welche wir auf ihren Wassergehalt untersuchten, auch die durchsichtigsten, einen solchen zeigten. Uebrigens würde, wenn das Wasser nicht wesentlicher Bestandtheil wäre, die Zusammensetzung des Minerals derjenigen des Triphylin einigermaassen analog sein, indem dessen Lithium durch Natrium ersetzt wäre: der Mangel jeder Beziehung in der Krystallform beider spricht aber nicht für eine solche Annahme.

Im geschlossenen Rohre giebt der Fillowit eine kleine Menge Wasser von neutraler Reaction; vor dem Löthrohre in der Zange färbt er die Flamme im ersten Moment blassgrün, dann intensiv gelb, und schmilzt unter Aufschwellen zu einer schwarzen, schwach magnetischen Kugel (Schmelzbarkeit $1^1/_2$). Mit den Flussmitteln Reaction auf Eisen und Mangan. Löslich in Salpeter- und Salzsäure.

Wir haben dieses siebente neue Manganphosphat von der beschriebenen Lagerstätte nach Herrn A. N. Fillow zu Branchville benannt, von Dessen gefälliger Unterstützung unserer Bemühungen wir bereits in unserer ersten Mittheilung berichteten.

Reddingit.

Die Beschreibung dieses Minerals wurde schon im ersten Theile der vorliegenden Arbeit (diese Zeitschrift 2, 548 f.) gegeben und gezeigt, dass dessen pyramidal ausgebildeten Krystalle in dem Habitus und den Winkeln eine vollständige Homöomorphie mit Skorodit und Strengit zeigen, dass dagegen seine chemische Zusammensetzung von derjenigen der letzterwähnten Substanzen abweiche, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Skorodit	$[Fe_2]\,As_2O_8 + 4\,H_2O$
Strengit	$[Fe_2]\,P_2O_8 + 4\,H_2O$
Reddingit	$Mn_3\,P_2\,O_8 + 3\,H_2O.$

Der Unterschied besteht somit darin, dass der Reddingit Monoxyd statt des Sesquioxydes und nur drei Moleküle Wasser enthält. Zur Hebung jedes Zweifel an dieser Thatsache haben wir noch eine zweite Analyse ver-

Digitized by Google

anlasst, deren Material von allen andern Beimengungen ausser Quarz vollkommen befreit wurde. Diese durch Herrn A. L. Wells ausgeführte Analyse gab die unter *A* stehenden Zahlen, neben welche unter *B* die von demselben Chemiker erhaltenen Resultate der älteren Analyse gestellt wurden.

	A			B
	I.	II.	Nach Abzug des Quarzes	
P_2O_5	33,58	—	35,16	34,52
FeO	7,54	—	7,89	5,43
MnO	44,28	—	43,22	46,29
CaO	0,67	—	0,71	0,78
Na_2O	Spuren	—	—	0,34
H_2O	11,72	11,72	12,27	13,08
Quarz	4,46	4,39	—	—
	99,25		99,25	100,44.

Die neue Analyse führt zu derselben Formel, wie die früher mitgetheilte. Der einzige Unterschied zwischen beiden besteht in dem Verhältniss des Eisens zum Mangan, welches jedoch in allen beschriebenen Phosphaten dieser Lokalität ein schwankendes ist. Das Mangan ist unzweifelhaft als Oxydul vorhanden.

Recapitulation.

Es dürfte vielleicht nicht ohne Interesse sein, hier die sieben neuen Mineralspecies, welche die Fundstätte von Branchville uns lieferte, übersichtlich zusammenzustellen. Wir hoffen, später noch einige Bemerkungen über deren gegenseitige Beziehungen mittheilen zu können; vorläufig sei nur bemerkt, dass Nichts darauf hinweist, irgend eines jener Mineralien als sekundäres oder Zersetzungsprodukt anzusehen, dass vielmehr alle ursprüngliche Bildungen des Ganges zu sein scheinen. Einzelne unter den aufgefundenen Handstücken zeigten sämmtliche der vier, im Folgenden zuerst aufgeführten Substanzen zusammen:

1. Eosphorit. Rhombisch.
   $R_2[Al_2]P_2O_{16} + 4H_2O$ oder $[Al_2]P_2O_8 + 2H_2Mn(Fe)O_2 + 2H_2O$.
2. Triploidit. Monoklin.
   $R_4P_2O_9 + H_2O$ oder $Mn_3(Fe_3)P_2O_8 + Mn(Fe)(OH)_2$.
3. Dickinsonit. Monoklin.
   $4R_3P_2O_8 + 3H_2O$ oder $4(Mn,Fe,Ca,Na_2)_3P_2O_8 + 3H_2O$.
4. Lithiophilit. Rhombisch.
   $LiMnPO_4$ oder $Li_3PO_4 + Mn_3P_2O_8$
5. Reddingit. Rhombisch.
   $R_3P_2O_8 + 3H_2O$ oder $Mn_3(Fe_3)P_2O_8 + 3H_2O$.
6. Fairfieldit. Triklin.
   $R_3P_2O_8 + 2H_2O$ oder $Ca_3(Mn_3, Fe_3)P_2O_8 + 2H_2O$.
7. Fillowit. Monoklin.
   $3(R_3P_2O_8) + H_2O$ oder $3(Mn,Fe,Ca,Na_2)_3P_2O_8 + H_2O$.

Digitized by Google

Zersetzter Lithiophilit.

In dem ersten Theile der vorliegenden Arbeit wurde bereits des massenhaften Vorkommens eines schwarzen, lithionreichen, oxydirten Materiales gedacht, welches in der zuerst entdeckten Ablagerung den Eosphorit, Triploidit und Dickinsonit begleitete, und erwähnt, dass die Auffindung dieser Substanz es veranlasst habe, die Lagerstätte noch tiefer hinein zu erforschen und so den Lithiophilit zu entdecken. Bei näherer Untersuchung dieses schwarzen Minerals fanden wir, wenn wir es in sehr kleine Stücke brachen, manchmal Kerne, oft nicht grösser, als eine Erbse, von unzersetztem Lithiophilit, während allerdings der bei weitem grössere Theil der schwarzen Masse bis ins Innere hinein oxydirt erschien. Die Structur derselben ist eine recht wechselnde: manche Stücke zeigen mit grösster Deutlichkeit die Spaltungsflächen des ursprünglichen Lithiophilit, andere besitzen muschligen Bruch, während noch andere poröse, bröckelige und lose zusammenhängende Massen bilden. Ebenso variirt die Farbe des Minerals: gewöhnlich ist dieselbe graulich schwarz bis pechschwarz, manchmal aber roth oder violett, eine Färbung, welche offenbar von einem andern Oxydationszustand des Mangans und Eisens herührt. Dass dieser die Ursache hiervon ist, dürfte aus dem Umstande hervorgehen, dass die schwarze Varietät roth wird, wenn man sie in Salzsäure eintaucht; die so behandelte Masse nimmt mit einem Male oberflächlich die rothe Farbe an und ist alsdann nicht von der ursprünglich so gefärbten Varietät zu unterscheiden. Das Mineral ist schwach harzähnlich glänzend bis matt. Härte 3—4. Spec. Gewicht 3,26—3,40. Obgleich eine constante chemische Zusammensetzung bei einem derartigen Zersetzungsprodukt nicht zu erwarten ist, wurden doch zwei charakteristische Proben analysirt. Die erste derselben war noch spaltbar und enthielt einen Kern von unzersetztem Lithiophilit. Spec. Gew. 3,39—3,40. Diese Analyse wurde von Herrn F. P. Dewey im Sheffield-Laboratorium ausgeführt und ergab:

	I.	II.	Mittel:		Atomverhältniss:
P_2O_5	40,79	40,53	40,66		0,286
Fe_2O_3	12,55	12,57	12,56		0,079
Al_2O_3	0,10	0,09	0.10		0,001
MnO	35,83	35,66	35,74	25,27 Mn_2O_3	0,160
O in Ueberschuss	1,20	1,18	1,19	= 11,66 MnO	0,161
CaO	0,13	0,23	0,18		0,003
MgO	Spur	Spur	Spur		
Li_2O	5,71	5,61	5,66		0,188
Na_2O	0,44	0,53	0,49		0,008
H_2O	3,11	3,03	3,07		0,170
	99,86	99,43	99,65		

Digitized by Google

Die zweite Probe gehörte der derben, matten Varietät an und wurde von Herrn H. L. Wells analysirt mit folgenden Resultaten (spec. Gewicht 3,26—3,27):

	I.	II.	Mittel:		Atomverhältniss:		
P_2O_5	40,25	40,51	40,38		0,284		1
Fe_2O_3	16,04	15,74	15,89		0,099	0,191	
MnO	32,07	31,99	32,03	Mn_2O_3 14,71	0,092		
O in Ueberschuss	1,47	1,50	1,48	MnO 18,80	0,265	0,339	2,88
CaO	0,74	0,70	0,72		0,010		
Li_2O	4,69	4,96	4,83		0,161		
K_2O	0,25	0,28	0,26		0,003		
Na_2O	Spur	Spur	Spur				
H_2O	3,32	3,41	3,37		0,187		
Rückstand	0,90	0,90	0,90				
			99,86.				

Die letztere Varietät nähert sich in der Zusammensetzung einem normalen Phosphate, doch ist, wie schon oben bemerkt, nicht zu erwarten, dass derartige Zersetzungsproducte homogen seien und bestimmte Mineralspecies darstellen. Im Allgemeinen zeigen die obigen Analysen eine nahe Beziehung zu denjenigen der analogen Umwandlungsprodukte des Triphylin von Norwich, welche von Craw und Mallet analysirt wurden. Diejenigen von Branchville sind jedoch reicher an Mangan und Lithium, und durch die Auffindung der Kerne vom unzersetzten Lithiophilit ist hier die Natur des ursprünglichen Minerals ausser Zweifel gesetzt.

Wie schon oben bemerkt, haben wir ausser den zuletzt beschriebenen noch andere schwarze Zersetzungsprodukte von ganz abweichender Natur beobachtet. Eines derselben besteht aus Eisen- und Manganoxyden und ist einfach aus der Zersetzung des Carbonates (Rhodochrosit) entstanden; andere verdanken ihre Bildung einer Umwandlung des Eosphorit, Triploidit und Reddingit; das aus dem letzten entstandene Produkt hat oft noch die charakteristisch pyramidale Krystallform des ursprünglichen Minerals bewahrt.

Zum Schluss sprechen wir den Herren Penfield, Wells und Dewey, welche uns in dem chemischen Theil dieser Untersuchung unterstützt haben, unsern aufrichtigsten Dank aus.

Digitized by Google

XXXIII. Ueber künstliche Kalkspath-Zwillinge nach $-\frac{1}{2}R$.

Von

H. Baumhauer in Lüdinghausen.

(Mit 2 Holzschnitten.)

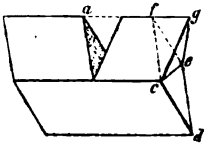
Allgemein bekannt sind die interessanten Versuche von Pfaff und Reusch über die Gleitflächen am Kalkspath. Ersterer zeigte, dass man an dem genannten Mineral Zwillingsstreifen künstlich erzeugen könne. Schleift man parallel einem Hauptschnitte von R an die gegenüberliegenden Seitenkanten Flächen und übt darauf einen senkrechten Druck aus, so kommen plötzlich Zwillingsstreifen zum Vorschein. Reusch bestimmte die Lage der Zwillingsebene und fand, dass dieselbe dem Rhomboëder $-\frac{1}{2}R$ entspricht. Die Zwillingsstreifen, ja sogar deutliche Lamellen kommen nach Reusch auch zum Vorschein, wenn man an ein säulenförmiges Spaltungsstück von Kalkspath eine Geradendfläche schleift und auf diese einen Druck ausübt. Später stellte Reusch auf dünneren Platten durch blossen Druck mit einem Stifte die Gleitflächen dar. Auf der schmalen Seite erscheint ein solches Blättchen dann wellenförmig gebogen. Auch die dreiseitigen Schlagfiguren auf den Flächen von R zeigen u. d. M. eine Menge feiner Streifen in der Richtung der grösseren Rhombendiagonale. Ist es nun auch nach den Untersuchungen der genannten Forscher erwiesen, dass Zwillingslamellen nach $-\frac{1}{2}R$ beim Kalkspath durch Druck entstehen können, so dürfte doch, so viel ich weiss, eine Modification obiger Versuche noch nicht allgemein bekannt sein, bei welcher ein äusserlich vollkommener, modellähnlicher Zwilling resultirt, so dass das ursprüngliche einfache Spaltungsstück in zwei nach $-\frac{1}{2}R$ symmetrische Hälften (resp. Theile) zerfällt.

Legt man ein prismatisches Spaltungsstück von Kalkspath, dessen Länge etwa 6—8 mm und dessen Breite zwischen den beiden scharfen Prismen- resp. Rhomboëderkanten etwa 3—6 mm beträgt, mit einer stumpfen Prismenkante horizontal auf einen Tisch, indem man auf die gegenüber liegende

Digitized by Google

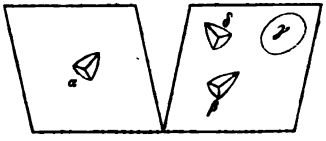
nach oben gekehrte Kante senkrecht dazu die Schneide eines gewöhnlichen Taschenmessers setzt, und drückt die Klinge allmälig in den Krystall hinein, so verschiebt sich in dem Maasse, als das Messer eindringt, derjenige Theil des Krystalles, welcher zwischen jenem und der nach oben gekehrten Polecke des Rhomboëders liegt. Derselbe befindet sich nun zur übrigen Krystallmasse in Zwillingsstellung, und zwar nach derjenigen Fläche von $-\frac{1}{2}R$, welche der Horizontalebene parallel geht. Fig. 1 stellt dies dar; man sieht daselbst auch punktirt die ursprüngliche Lage des verschobenen Theiles. In a wurde das Messer angesetzt; durch das Eindringen desselben ist ein keilförmiger Spalt entstanden, welcher begrenzt wird von einer Fläche, die genau oder annähernd parallel $cdef$ liegt, und einer zweiten, welche die Richtung von cge besitzt. Die Fläche cge ist vollkommen glatt, der in sie auslaufende in Zwillingsstellung befindliche Theil in der Regel ganz klar, nur zeigt derselbe zuweilen einzelne feine Sprünge, auf welche ich weiter unten zurückkommen werde. Der künstliche Zwilling unterscheidet sich, abgesehen von der vom Messer getroffenen Stelle, die man leicht entfernen kann, äusserlich nicht von dem Produkte einer auf natürlichem Wege stattgefundenen Verwachsung. Macht man vorher, indem man sich des Messers ähnlich wie einer Säge bedient, vorsichtig bis zu einer gewissen Tiefe einen Einschnitt in die Krystallkante und drückt dann das Messer von da aus tiefer hinein, so erhält man einen aus drei grösseren Theilen bestehenden (polysynthetischen) Zwilling, wobei die beiden äusseren parallelen Theile den andern zu ihnen in Zwillingsstellung befindlichen einschliessen. Ganz schmale derartig zwischengelagerte Lamellen entstehen manchmal von selbst in der verschobenen Masse, doch stören sie das gleichartige Aussehen des Zwillings nicht.

Fig. 1.



Ausser an dem einspringenden Winkel nimmt man die stattgefundene Verschiebung auch an einigen anderen Erscheinungen wahr, welche nicht ohne Interesse sind. Die vorher auf den Flächen des Krystalles erzeugten Aetzfiguren nehmen an der Verschiebung Theil. Dieselben (etwa durch Salzsäure erzeugt) sind dreiseitig gleichschenklig und wenden ihre Spitze der Polecke des Rhomboëders zu (s. Fig. 2, welche eine Fläche des Zwillings darstellt, bei α). Auf dem in Zwillingsstellung übergegangenen Theile haben sie nun durch die Verschiebung sowohl ihre Lage als ihre Gestalt in der Weise verändert, dass sie 1) ihre Spitze jetzt nach einer Randecke g des neuen Individuums

Fig. 2.



Digitized by Google

kehren (Fig. 2, bei β), sich also um 11° 55′ gedreht haben, und 2) sich in dieser Richtung bedeutend gestreckt sowie seitlich verkürzt haben. Beides ist dem Umstande zuzuschreiben, dass die beiden Rhombendiagonalen nach einer Drehung um 11° 55′ in dem verschobenen Theile ihre Lage vertauscht haben, so dass die kürzere zur längeren und die längere zur kürzeren geworden ist. Dies geht auch aus einem anderen Versuche deutlich hervor. Ritzt man in die Fläche vor der Einwirkung des Druckes mit einer feinen Spitze einen Kreis ein und bewirkt dann die Verschiebung des betreffenden Theiles, so zeigt sich an Stelle des Kreises eine zierliche Ellipse (Fig. 2, bei γ).

Die Messung des Verhältnisses der grösseren Axe zur kleineren ergab bei einer solchen besonders scharf gezeichneten Ellipse $7 : 4\frac{1}{2} = 1 : 0{,}686$. Die Rechnung erfordert, dass die beiden den früheren Rhombendiagonalen parallelen Kreisdurchmesser nach der Verschiebung bis in die Lage der neuen Diagonalen ihre Länge ändern: der eine von 1 zu 0,81097, der andere von 1 zu 1,23308. Es verhält sich nun $1{,}23308 : 0{,}81097 = 1 : 0{,}658$. was dem gefundenen und, wie vorauszusehen, nur annähernd richtigen Verhältnisse $1 : 0{,}686$ sehr nahe kommt.

Wenngleich die schon vor der Einwirkung des Druckes vorhandenen Aetzfiguren an der Verschiebung in gesetzmässiger Weise theilnehmen, so sind sie doch dem in Zwillingsstellung befindlichen Krystalltheile als solchem nicht eigenthümlich. Aetzt man einen künstlichen Zwilling z. B. mit verdünnter Salzsäure, so entstehen auf dem verschobenen Theile Eindrücke, welche ihrer Form und Lage nach von den schon früher vorhanden gewesenen abweichen, aber mit den auf den Rhomboëderflächen des Kalkspaths unter gewöhnlichen Verhältnissen entstehenden übereinstimmen. Sie haben desshalb zwar eine absolut verschiedene, aber krystallographisch gleiche Lage wie diejenigen auf den Flächen des unverändert gebliebenen Theiles, und lassen also auch hierdurch die Zwillingsbildung erkennen (Fig. 2, bei δ).

Jedoch liegen sie auf den Flächen des gewendeten Individuums dichter beisammen und erzeugen, indem sie einander durchwachsen, eine eigenthümliche Structur der genannten Flächen. Zugleich werden letztere hierdurch etwas stärker angegriffen als die Flächen des ursprünglichen Individuums. Dieser Unterschied der geätzten Flächen ist schon mit blossem Auge zu erkennen und tritt sehr schön an denjenigen Präparaten hervor, wo zwei in ursprünglicher Stellung verbliebene Krystalltheile einen in Zwillingsstellung befindlichen einschliessen (s. o.). Es giebt dieses verschiedene Verhalten der Rhomboëderflächen gegen Aetzung ein Mittel an die Hand, bei in der Natur vorkommenden Kalkspathzwillingen nach $-\frac{1}{2}R$ zu entscheiden, ob die Zwillingsbildung eine ursprüngliche und normale sei oder durch Druck hervorgerufen wurde. Es ist in hohem Grade merkwürdig, dass die Flächen des zweiten Individuums dem Aetz-

Digitized by Google

mittel weniger Widerstand leisten oder doch mehr Angriffspunkte bieten als die des ersten. Derselbe Unterschied zeigt sich auch an den zu der einspringenden Kante zusammenstossenden Flächen. Eine genügende Erklärung hierfür zu finden wird kaum möglich sein. Man kann nur vermuthen, dass die aus der ursprünglichen in eine neue Gleichgewichtslage übergegangenen Moleküle keinen so festen Zusammenhang mehr besitzen wie vorhin, wenngleich anderseits nicht recht einzusehen ist, wie die unverletzte Klarheit der betreffenden Krystallmasse und die Glätte ihrer Flächen mit einer solchen Lockerung in Uebereinstimmung zu bringen sei.

Wenn nun auch im Allgemeinen die Klarheit der verschobenen Theile vollkommen erhalten bleibt, so zeigen sich doch oft an einzelnen Stellen im Innern derselben mehr oder weniger zahlreiche sehr feine Sprünge oder Spältchen, welche ungefähr senkrecht zu der vom Messer getroffenen Kante verlaufen. Ausserdem dringen von dem Einschnitte aus häufig verhältnissmässig kurze Spalten in die Krystallmasse ein, welche ungefähr der Richtung des die Fläche treffenden Hauptschnittes des zweiten Individuums folgen.

Schliesslich möchte ich noch auf eine Folgerung hinsichtlich der Krystallstruktur aufmerksam machen, welche sich aus obigen Versuchen ergiebt. Wollte man annehmen, die Moleküle der Krystalle seien starr und besässen eine von ebenen Flächen begrenzte Gestalt, welche der Symmetrie des betreffenden Krystallsystemes folgte, so würde sich nicht erklären lassen, wie durch einen Druck in der Richtung, in welcher ein solcher bei den geschilderten Versuchen wirkt, eine dem Zwillingsgesetze — ½ R entsprechende Umstellung der Moleküle herbeigeführt werden kann. Denn die Zwillingsstellung kann dabei nur durch eine Drehung um 180° entweder um die Normale zur Zwillingsebene oder um die Normale zu der dazu senkrechten Ebene, welche die Richtung des eindringenden Messers bestimmt, erreicht werden. Keine dieser beiden Drehungsarten lässt sich aber, wie mir scheint, mit der Richtung des wirkenden Druckes in Einklang bringen. Eine verhältnissmässig einfache Deutung hingegen ergiebt sich unter der Annahme, dass der ganze ursprüngliche Krystall oder auch jedes der parallelen Moleküle ein Punktsystem bilde, etwa wie es Sohnke entwickelt hat, welches in Folge des Druckes eine Verschiebung erleidet, wodurch das neue System gleichsam ein Spiegelbild des alten wird, und zwar nach der Ebene, in welcher man die Klinge des Messers aufsetzt. Wollte man jedes Krystallmolekül als aus (vielleicht den chemischen Einzelmolekülen entsprechenden) Massentheilchen oder, wenn ich so sagen darf, Massenpunkten zusammengesetzt betrachten, so könnten diese letzteren etwa in der Weise angeordnet sein, dass ihre gegenseitige Lage mit derjenigen der Ecken des Hauptrhomboëders übereinstimmte. Ein solches System würde in Folge des hier angewandten Druckes leicht in die Zwillingsstellung nach — ½ R übergehen können.

Digitized by Google

XXXIV. Correspondenzen, Notizen und Auszüge.

1. **H. Fischer** (in Freiburg): **Mittheilung einiger Nephritanalysen.** Als kleinen Beitrag zur Kenntniss der Nephrite sende ich Ihnen anbei die Resultate zweier Analysen ein, welche ich zu veranlassen in der Lage war und welche in meinen: Mineralog. archäolog. Studien (Mittheilungen der anthropolog. Gesellsch. in Wien. Bd. VIII, N. 1. 2. Wien 1878, pg. 176. 177) zuerst publicirt wurden.

Die eine bezieht sich auf dasjenige Mineral aus Neuseeland, welches F. v. Hochstetter in den Sitzungsber. der Wien. Akad. 49. Bd. Sitz. v. 12. Mai 1864, pag. 466 ff. (Leonh. Gein. Jahrb. 1865. 79) in seinem Bericht über die Novara-Expedition als eine äusserlich mit Nephrit ganz übereinkommende Substanz aus Neuseeland mit dem (ihr von den Eingebornen daselbst beigelegten) Namen Kawa-Kawa einführte, unter Beigabe einer von Melchior und Meyer gelieferten Analyse:

SiO_2	55,01
Al_2O_3	13,66
Fe_2O_3	3,52
MnO	Spur
MgO	21,62
K_2O	1,42
H_2O u. Glühverlust	5,04
	100,27

Da ich bei einer qualitativen Untersuchung eines mir von Herrn Collegen v. Hochstetter selbst eingesandten Originalfragments viel Kalk fand, ersuchte ich letzteren, eine Wiederholung der Analyse herbeiführen zu wollen, welches Ansinnen Derselbe gef. durch Herrn Assistenten Dr. Fr. Berwerth realisiren liess. Diese lieferte nun folgendes Resultat:

SiO_2	57,38
Al_2O_3	0,22
FeO	3,50
CaO	13,68
MgO	22,32
K_2O	0,69
H_2O	2,78

100,57 : spec. Gew. 3,034.

Digitized by Google

Daraus ergab sich, dass die frühere Analyse ganz ungültig, dass vor Allem die Zahlen für Alumia der Kalkerde gegolten hätten. Es ist die sog. Kawakawa-Substanz somit auch in ihrem chemischen Bestand als vollständig mit dem ächt neuseeländischen grasgrünen Nephrit übereinstimmend erkannt, wie sich dies bequem durch Vergleichung dieser neuen Analyse mit den älteren in meinem Nephritwerk (Stuttgart 1875, pag. 351), namentlich der Scheerer'schen a. a. O. sub *C*, entnehmen lässt; der Name Kawakawa ist daher als besonderer Mineralname jetzt zu streichen.

Die zweite Analyse betrifft ein Nephritvorkommniss, von welchem in europäischen Museen meines Wissens bis jetzt blos ein einziger roher (nur theilweise angeschliffener) Block von blaulichgrüner Farbe nachweisbar ist. Derselbe gehörte ursprünglich der Beuth'schen Sammlung in Cöln an, wurde bei deren Veräusserung aber zwischen dem Museum in Bonn und der Privatsammlung des Herrn Sack in Halle getheilt. Dem Stück der letzteren ist der Fundort: (?) Topajasfluss in Südamerika [Nebenfluss des Amazonenstromes] beigeschrieben.

Da ich nach stattgehabter Autopsie in diesem Vorkommniss diejenige Substanz zu erkennen glaubte, woraus eine Reihe in europäischen Museen liegender, meist tafelförmiger platter, nicht gravirter Amulete von wahrscheinlich amerikanischem Ursprung gearbeitet scheint, und da bis jetzt ein amerikanisches Vorkommen von Nephrit noch nicht hatte constatirt werden können, so ersuchte ich meinen verehrten Collegen G. v. Rath, eine Analyse des Bonner Stücks veranlassen zu wollen, welcher Mühe er sich bereitwillig sogar selbst unterzog. Deren Resultat war:

SiO_2	57,32
Al_2O_3	1,36
FeO	3,56
CaO	13,39
MgO	21,85
Glühverlust (H_2O)	3,23
	100,71 ; spec. Gew. 2,949.

Dieses Ergebniss stimmt nun vollständig mit Nephrit und zwar den Zahlen nach am allernächsten mit sibirischen Vorkommnissen (vgl. im Nephritwerk pg. 350 die Analysen 15. b und 3 von L. R. v. Fellenberg); dagegen harmonirt die — in dickern Stücken mehr blaulichgrüne, in dünnen Platten mehr trüb und schmutzig graugrüne Farbe mit keinem der mir aus direct russischen Quellen zugegangenen, meist schön grasgrünen, sibirischen Nephrite von Batugol bei Irkutsk, für welche auch die betr. Analysen (a. a. O. pg. 350, 15. b und 3), gerade wie bei entsprechend grün gefärbten neuseeländischen Nephriten (ebenda pg. 351. no. 8. 9), einen Chromgehalt (von 0,26 bis 0,55) aufweisen, während in der G. v. Rath'schen Analyse hievon — entsprechend der ganz anderen Farbe — auch nichts vorkommt.

Es muss nun vorerst weiteren Forschungen überlassen bleiben, zu ergründen, ob Amerika wirklich seine eigenen Nephrite hatte und ob dieselben von der Urbevölkerung gerade so wie in Asien und Neuseeland vor allen andern Mineralien zur Bearbeitung bevorzugt waren, oder ob diese Substanz von einem bis jetzt noch ganz unbekannten Fundort dorthin importirt wurde, was vom archäologisch prähistorischen Standpunkt eigentlich Beides gleich merkwürdig und bedeutungsvoll wäre.

Digitized by Google

2. S. L. Penfield (in New Haven, Conn.): **Ueber die chemische Zusammensetzung des Triphylin** (American Journ. of Science, III, **17**, 226, März 1879). Eine vom Verfasser ausgeführte Analyse des Triphylin von Grafton, New Hampshire, wurde in dieser Zeitschrift **1**, 497 mitgetheilt. Den aus jener gezogenen Schluss, dass die chemische Zusammensetzung der Triphylingruppe durch die Formel:

$$\overset{I}{R^3}PO^4 + \overset{II}{R^3}P^2O^8$$

ausgedrückt sei, hat der Verfasser durch mehrere neue, im Folgenden angeführte Analysen bestätigt. Die erste derselben wurde mit dem Triphylin von Bodenmais in Bayern angestellt, und zwar mit einem von Herrn Hugo Müller gesammelten Materiale, welches der Verf. Herrn Brush, der es von Ersterem erhielt, verdankte; dasselbe war ganz rein und unzersetzt; Farbe hellblau, spec. Gewicht 3,549. Analyse 2 ist die des Triphylin von Norwich, Mass.; die Substanz bildete den Kern eines grossen Krystalls, eines der bekannten Pseudomorphosen schwarzer Phosphate von Eisen, Mangan und Lithium, deren Natur zuerst von Herrn Brush erkannt wurde (Amer. Journ. Sc. II, **34**, 402, Nov. 1862); das Mineral hat graugrüne Farbe und das spec. Gewicht 3,534. Analyse 3 ist die a. a. O. bereits mitgetheilte des Triphylin von Grafton. Das Material zur 4. Analyse bildete das verwandte Lithium-Manganphosphat, der Lithiophilit von Branchville, und zwar stammte dasselbe aus einem von den Herren Brush und Dana nach ihrer ersten Publikation (diese Zeitschr. **2**, 546) entdeckten Ablagerung; die Farbe war hell nelkenbraun, das spec. Gewicht 3,482. Unter 5 ist die Analyse des ursprünglichen lachsfarbenen Lithiophilit (spec. Gewicht 3,428) von Herrn H. L. Wells zur Vergleichung aufgeführt. Jede Columne giebt das Mittel zweier unabhängiger Analysen.

	Triphylin			Lithiophilit	
	1. Bodenmais. (Penfield)	2. Norwich. (Penfield)	3. Grafton. (Penfield)	4. Branchville. (Penfield)	5. Branchville. (Wells)
P^2O^5	43,18	44,76	44,03	45,22	44,67
FeO	36,21	26,40	26,23	13,01	4,02
MnO	8,96	17,84	18,21	32,02	40,86
CaO	0,10	0,24	0,94	—	—
MgO	0,83	0,47	0,59	—	—
Li^2O	8,15	9,36	8,79	9,26	8,63
K^2O	—	—	0,32	—	—
Na^2O	0,26	0,35	0,12	0,29	0,14
H^2O	0,87	0,42	1,47	0,17	0,62
Rückstand	0,83	—	—	0,29	0,64
	99,39	99,84	100,70	100,20	99,78

Aus diesen Analysen ergeben sich die folgenden Atomverhältnisse:

	P :	$\overset{II}{R}$:	$\overset{I}{R}$	und	P :	$\overset{II}{R} + \overset{I}{R^3}$
(1)	1 :	1,07 :	0,91		1 :	1,52
(2)	1 :	1,00 :	1,00		1 :	1,50
(3)	1 :	1,05 :	0,97		1 :	1,53
(4)	1 :	0,99 :	0,98		1 :	1,48
(5)	1 :	1,00 :	0,93		1 :	1,47

Alle diese Analysen entsprechen somit sehr genau der oben angeführten

Digitized by Google

Formel und zeigen in der schlagendsten Weise den Uebergang von dem Lithium-Eisenphosphat, Triphylin, zum Lithium-Mangan phosphat, Lithiophilit. Dem ersteren kommt die Formel $LiFePO^4$ zu, dem letzteren die analoge $LiMnPO^4$.

Ref.: Edw. S. Dana.

8. **Frank D. Adams** (in New Haven, Conn.): **Ueber den Chlorgehalt der Skapolithe** (Amer. Journ. of Science, III, 17, 315, April 1879). Die Gegenwart des Chlors in den Mineralien der Skapolithgruppe scheint fast allgemein übersehen worden zu sein; die einzige in Dana's Syst. of Mineralogy (1868) angeführte Analyse, welche einen solchen erwähnt, ist die des »Porzellanspath« (später durch Naumann »Passauit« genannt) von Schafhäutl. Dieser fand 0,924 *Cl* und nahm dasselbe als wesentlichen Bestandtheil in seine Formel des Minerals auf. Der Verfasser analysirte den innern, noch unzersetzten Kern eines grossen weissen bis grünlich weissen Skapolithkrystalls aus dem Distrikt von Ripon (Quebeck), dessen spec. Gewicht sich in verschiedenen Proben ergab zu 2,605, 2,626 und 2,604; die mikroskopische Prüfung zeigte, dass das Material wesentlich frei von Verunreinigungen sei. Das Mittel zweier sehr gut übereinstimmender Analysen ergab:

		Die Atomverhältnisse sind die folgenden:	
SiO_2	54,859	*Si*	0,914
Al_2O_3	22,448	*Al*	0,438
Fe_2O_3	0,486	*Fe*	0,006
CaO	9,092	*Ca*	0,162
MgO	Spur		
K_2O	1,127	*K*	0,024
Na_2O	8,365*)	*Na*	0,206
Cl	2,411	*NaCl*	0,068
SO_3	0,796	Na^2SO^4	0,010
H_2O (verbunden)	0,141	H^2O	0,032
H_2O (hygroskop.)	0,722		
	100,447		
Dem Chlor äquiv. Sauerstoff	0,59		
	99,857		

Nach Abzug des *NaCl* und des Na^2SO^4 ist das Sauerstoffverhältniss der Basen und der Kieselsäure = 1 : 1,94, d. h. nahe das für ein Bisilikat erforderliche.

Der Verf. untersuchte ferner Skapolithe von 14 verschiedenen Fundorten auf einen Chlorgehalt und fand in allen einen solchen. Es waren folgende: Gouverneur, N. York.; Lewis Co, N. Y.; Edenville, N. Y. (auch CO^2); Monroe, Conn.; Bolton, Mass. (auch CO^2); Pierrepoint, N. Y. (auch SO^3); Arendal in Norwegen (CO^2 und SO^3); Malsjö in Wermland (CO^2 und SO^3); Templeton, Quebeck (dto.); Hull, Quebeck, 2,026% *Cl* neben CO^2 und SO^3; Trumbull, Conn. 1,783% *Cl*; Kokken bei Krageröe, Norwegen, 2,013% *Cl* (SO^3, CO^2); Monte Somma (Mejonit), auch SO^3.

Es wurde ausserdem nachgewiesen, dass das Mineral von Ripon (Quebeck) weniger Chlor (2,011 resp. 1,468%) enthielt, wenn es etwas zersetzt, sein

*) Mittel der drei Bestimmungen: 2,473, 2,485, 2,276.

Digitized by Google

Glanz weniger glasartig war und wenn es auch CO^2 enthielt. Damit übereinstimmend entbehrt der Skapolith von Hull, welcher nur 0,2% Chlor enthält, fast ganz des Glanzes und zeigt ebenfalls einen Kohlensäuregehalt. Es geht hieraus hervor, dass das Chlor durch angehende Zersetzung leicht aus dem Mineral entfernt wird.

[Zu Obigem muss bemerkt werden, dass neuere Skapolithanalysen, welche in Tschermak's min. Mittheil. 1877, S. 61—64 und S. 265 (s. auch diese Zeitschr. **1**, 515 und **2**, 313) veröffentlicht wurden, ebenfalls schon die Anwesenheit kleiner Quantitäten Chlor ergeben haben.]

Ref.: E. S. Dana.

4. G. A. König (in Philadelphia): **Randit, ein neues Mineral** (Proceed. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, 1878, S. 408): Das Mineral findet sich als Inkrustation auf Granit in der Nähe von Philadelphia; Farbe canarien- bis citrongelb; wahrscheinlich krystallinisch; durchsichtig. Härte 2—3. Spec. Gewicht nicht bestimmt. Im geschlossenen Rohre erhitzt, giebt die Substanz ein wenig neutral reagirendes Wasser und färbt sich orangeroth. Mit Phosphorsalz giebt sie eine charakteristische Uranperle. Vor dem Glühen in kalter Salzsäure, nach dem Glühen nur in heisser Säure vollständig löslich. Eine Analyse des nicht rein zu erhaltenden Materiales (0,047 Gr.) ergab:

CaO	32,50
U^2O^3	31,63
H^2O	6,53
CO^2	[29,34]
	100,00.

Die hieraus berechnete Formel $Ca^5U^2C^6O^{20} + 3H^2O$ zeigt die Verwandtschaft des Minerals mit dem Liebigit. Um ganz sicher festzustellen, dass eine neue Mineralspecies vorliegt, bedürfte es, wie der Verf. selbst angiebt, einer vollständigeren Untersuchung mit reinerem Material. Der Name wurde nach Herrn Theod. Rand in Philadelphia gewählt.

Ref.: E. S. Dana.

5. E. Goldsmith (in Philadelphia): **Stibianit, ein neues Mineral** (Ebenda, 1878, S. 154). Das als neu angesehene Mineral stammt aus Victoria, Australien, ist derb, etwas porös, von röthlich gelber Farbe und blassgelbem Strich; matt. Härte 5. Gewicht 3,67. Die von W. H. Dougherty ausgeführte Analyse ergab:

Sb_2O_4	81,21
H_2O	4,46
Unlöslich	13,25
	99,22

Hieraus wurde, nach Abzug der Verunreinigung, die Formel $Sb_2O_5 + H_2O$ abgeleitet. [Die Substanz gehört zu den sogenannten Antimonockern, welche aus der Oxydation des Stibnit hervorgegangen sind und sämmtlich eine mehr oder weniger unbestimmte Zusammensetzung haben. Eine so unvollständige Unter-

Digitized by Google

suchung eines derartig unreinen Materials berechtigt nicht zur Aufstellung eines neuen Namens.]

Ref.: E. S. Dana.

6. J. Willcox (in Philadelphia): **Notiz über Korund** (Ebenda, 1879, S. 159, 223). Schöne Krystalle von Korund wurden in einem Glimmerschiefer in Laurens Co., Südcarolina, gefunden; eine andere neue Lokalität für das Mineral ist bei Statesville, Iredell Co., Nordcarolina.

Ref.: E. S. Dana.

7. W. T. Röpper (in Bethlehem, Pennsylv.): **Ueber eine Pseudomorphose nach Anorthit von Franklin Furnace, New Jersey** (Americ. Journ. of Sc. III, **16**, 364). Die Krystalle haben die Form und die Winkel des Anorthit, ihre Farbe ist leicht bläulich grün bis grünlich weiss; Härte 6. Spec. Gewicht 3,06—3,10. Die Analyse ergab:

		Sauerstoff:		
SiO_2	39,73	21,19		4
Al_2O_3	32,53	15,16	16,00	3
Fe_2O_3	2,80	0,84		
MgO*)	1,44	0,57	5,80	1
CaO	14,93	4,27		
Na^2O	0,43	0,11		
K^2O	5,01	0,85		
Glühverlust	3,65			
	100,52.			

Ein Dünnschliff zeigt, dass die Substanz aus einem Aggregat kleiner Krystalle, welche im polarisirten Lichte keine Farben entwickelten, zusammengesetzt war. Die vorgegangene Umwandlung betrachtet der Verfasser als in einer Umlagerung eines Theils der ursprünglichen Anorthitsubstanz und in einer Zuführung von Kali und etwas Wasser bestehend. Das spec. Gewicht hat hierbei eine Erhöhung erfahren.

Die pseudomorphen Krystalle haben oft eine poröse Oberfläche und sind stets mit prismatischen Kryställchen bedeckt, welche jedoch zu klein sind, um eine Bestimmung zu gestatten. Sie fanden sich mit Hornblende und Titanit in einem krystallinischen Kalk im nördlichen Theile von »Mine Hill, Franklin Furnace, New Jersey«.

Ref.: E. S. Dana.

8. G. W. Hawes (in New Haven, Conn.): **Zusammenvorkommen von Augit und Hornblende** (Amer. Journ. Sc. III, **16**, 397). An Exemplaren von Edenville, New York, wurden Pyroxen und Amphibol in unmittelbarer Association beobachtet; grosse, wie kleine Krystalle des ersteren waren auf letzterem aufgewachsen und umgekehrt. Die Analysen beider Mineralien lieferten folgende Resultate:

*) Wahrscheinlich nicht genau bestimmt, da nur eine Spur vorhanden war.

Digitized by Google

	Hornblende:	Pyroxen:
SiO^2	42,97	51,05
Al^2O^3	11,90	2,02
Fe^2O^3	3,08	1,30
FeO	13,84	12,18
MnO	0,48	0,12
CaO	11,63	22,07
MgO	11,49	10,02
K^2O	0,88	—
Na^2O	2,73	—
Glühverlust	0,38	0,34
	99,38	99,10.

Beide Mineralien sind hier unzweifelhaft unter denselben Bedingungen entstanden, während sich eine sehr grosse Verschiedenheit in ihrer chemischen Zusammensetzung zeigt: Die Hornblende enthält viel mehr Thonerde, der Augit eine grössere Menge Kalk, die erstere hat einen Alkaligehalt, welcher dem letzteren fehlt. Der Verf. erwähnt, dass in einem ähnlichen Falle des Zusammenvorkommens dieser Mineralien, nämlich in den Vesuvlaven nach den Angaben von G. vom Rath (Poggend. Ann. Erg. Bd. 6, 229), die gleiche Verschiedenheit in der Zusammensetzung beobachtet wurde. Hieraus scheint hervorzugehen, dass das Aluminium ein für die Bildung der Hornblende besonders bestimmendes Element sei.

Ref.: E. S. Dana.

9. **Clarence King** (in New York): **Ueber Thinolith** (U. S. Geol. Survey of 40th Parallel, I, 508, 1879). Tuffartige Ablagerungen von Kalkkarbonat finden sich in Nevada in grosser Ausdehnung; so bilden sie z. B. Schichten von 20—60′ Mächtigkeit in einer Höhe von 470′ über dem jetzigen Spiegel des »Pyramid Lake«. Diese Ablagerungen werden als die Gestadebildungen des ungeheuren alten See's »Lahontan«, welcher in der quaternären Zeit existirte, angesehen. Das dieselben bildende Kalkkarbonat zeigt stellenweise Gaylussit-ähnliche Formen und wird daher als pseudomorph nach letzterem Mineral betrachtet. Ferner wurde der Gaylussit selbst aufgefunden bei Ragtown, Nevada, in einem See, welcher eines der Ueberbleibsel des »Lake Lahontan« darstellt. Den Namen »Thinolith« (von Θίς, Gestade) hat nun der Verfasser jenen pseudomorphen Ablagerungen von Kalktuff gegeben, welche allerdings mehr ein geologisches, als mineralogisches Interesse haben.

Ref.: E. S. Dana.

10. **E. Claassen** (in Cleveland, Ohio): **Kakoxen vom Lake Superior** (Am. Journ. Sc. III, 17. 333, April 1879). Das Mineral fand sich in radialfaserigen Büscheln, welche aus gelbbraunen nadelförmigen Krystallen bestanden, im Martit am oberen See.

Ref.: E. S. Dana.

11. **J. S. Newberry** (in New York): **Mineralwachs (Ozokerit?) von Utah** (Am. Journ. Sc. III, 17, 340, April 1879). Die Lokalität, an welcher neuerdings grosse Ablagerungen von Mineralwachs entdeckt wurden, befindet sich bei

Digitized by Google

»Spanish Fork«, südöstlich vom Utahsee. Die genannte Substanz durchdringt theils Schichten von braunem und bläulichem Schiefer, wahrscheinlich tertiären Alters, theils findet sie sich darin in Massen von verschiedenen Dimensionen, mehr oder weniger mit Thon gemengt. Jene Schiefer erstrecken sich über eine Länge von 50—60 (engl.) Meilen, während die grösste Breite des Bassins 20 Meilen beträgt. Wie der Verfasser im »Engineering a. Mining Journal, 27, 199, März 1879« mitgetheilt hat, ist der Schmelzpunkt des rohen Materials 61,5° C., der Siedepunkt über 300°, wahrscheinlich sogar über 380°. 1,5 Gramm des Minerals wurden 24 Stunden mit 300 cc. kalten Aethers behandelt und lieferten hierbei 25,4% löslicher Substanz, deren Schmelzpunkt 49° C. war. Der Rückstand wurde ebenso lange mit 200 cc kalten Aethers digerirt, und noch 9,1% eines löslichen Produktes erhalten, welches bei 61° schmolz. Durch Kochen des unlöslichen Rückstandes mit 500 cc Aether ging die ganze Masse, deren Schmelzpunkt 67° war, in Lösung. Das Mineral enthält: $C = 86{,}15$, $H = 13{,}75$ (Summa 99,90).

Der Verf. identificirt dasselbe mit dem Ozokerit, während Wurtz (Engin. a. Min. Journ. 27, 234, April 1879) es als dem Zietrisikit verwandt, d. h. zu den Oleiten, nicht zu den Paraffinen gehörig betrachtet.

Ref.: E. S. Dana.

12. Henry Wurtz (in New York): **Huntilith, ein neues Mineral** (Engineer. and Mining Journal, 27, 55, Jan. 1879). Das so benannte Mineral findet sich in zwei Varietäten: Die erste und massenhafteste ist von dunkel schiefergrauer oder gewöhnlich von schwarzer Farbe, matt, amorph, porös und bröckelig; die zweite ist anscheinend krystallinisch, zeigt eine Spaltbarkeit, helle Schieferfarbe und kommt in Kalkspath eingewachsen vor. Halbgeschmeidig; Härte unter $2^1/_2$. Das spec. Gewicht der beiden Varietäten bei 0° nach Abzug der Verunreinigungen ist für die amorphe 7,47, für die krystallinische 6,27. Ihre chemische Zusammensetzung ergeben die folgenden Analysen:

	I. Amorphe Var.:	II. Krystallin. Var.:
As	21,10	23,99
Sb	3,33	4,25
S	0,78	1,81
Hg	1,04	1,11
Ag	59,00	44,67
Co	3,92	7,33
Ni	1,96	2,11
Fe	3,06	8,53
Zn	2,42	3,05
H_2O	0,19	0,33
Gangm. (Silicate)	0,88	0,55
– (Calcit)	2,35	1,10
	100,03	98,83

Zieht man das Quecksilber als Amalgam (Ag_2Hg) und den Schwefel als Pyrit, in welchen Formen dieselben wohl als Beimengungen vorhanden sein dürften, ab, rechnet man ferner *Co*, *Ni*, *Zn* und das übrigbleibende *Fe* zu *Ag* hinzu ($\overset{II}{R} = 2\overset{I}{R}$), so erhält man folgendes Verhältniss:

Digitized by Google

$$\text{I.}\quad \overset{\text{I}}{R} : As\,(+\,Sb) = 319 \;:\; 110 = 2{,}90 : 1$$

$$\text{II.}\quad \overset{\text{I}}{R} : As\,(+\,Sb) = 332{,}5 : 111 = 2{,}99 : 1$$

Hierfür wurde die Formel $Ag_3 As$ angenommen und das Mineral als ein Arsenik-Discrasit oder als ein Silber-Domeykit bezeichnet.

[Die Widersprüche zwischen beiden Analysen lassen es, obgleich diese ungefähr zu demselben Atomverhältniss führen, doch sehr zweifelhaft, ob das analysirte Material ein einheitliches war, und die Anwesenheit kleiner Mengen so zahlreicher Elemente macht es ebenfalls wahrscheinlicher, dass dasselbe unrein war. Hiernach würde das Mineral noch weiterer Untersuchung bedürfen.]

Der Huntilith fand sich in grossen Quantitäten auf der »Silver Islet Mine, Lake Superior« und wurde zu Ehren des Herrn J. Sterry Hunt benannt.

Ref.: E. S. Dana.

18. Derselbe, über ein neues Mineral, Animikit (Engineering and Mining Journal, **27**, 124, Februar 1879). Diese Substanz kommt als Incrustation auf Huntilith (s. vor. Nr.) und in diesen übergehend vor, ausserdem aber auch in isolirten grossen linsenförmigen Platten von $^1/_2$—1 Zoll Dicke und von 1 Fuss und mehr Durchmesser von Kante zu Kante. Sie besitzt eine feinkörnige krystallinische bis kryptokrystallinische Structur; der Bruch ist halb muschelig, dem des Gussstahls ähnlich. Farbe weiss bis graulich weiss. Etwas schneidbar und geschmeidiger, als Huntilith. Spec. Gewicht 9,45. Eine Varietät lieferte bei der Analyse folgende Zahlen:

As	0,35
Sb	11,18
S	1,49
Hg	0,99
Ag	77,58
Co	2,10
Ni	1,90
Fe	1,68
Zn	0,36
Gangm.	1,68
	99,31.

Aus dieser Analyse folgt das Atomverhältniss:

$$(Sb, As) : \overset{\text{I}}{R} = 105 : 930$$

und wird daher die Formel $Ag_9 Sb$ vorgeschlagen. Doch giebt der Verf. selbst an, dass das Mineral, dessen Fundort die »Silver Islet Mine, Lake Superior« ist, noch weiter untersucht werden müsste, und daher ihm sein Name nur provisorisch zuertheilt sei. Derselbe stammt von »Animikie«, dem indianischen Worte für »Donner«, mit welchem jene Gegend bezeichnet wurde (daher Thunder Bay, Donnerbay).

Ref.: E. S. Dana.

14. V. v. Zepharovich (in Prag): **Enargit vom Matzenköpfl bei Brixlegg in Tirol.** In kleinen Drusenräumen und auf Klüften von Erzstücken, die wesentlich Gemenge von Fahlerz und Eisenkies sind, zeigen sich einzeln oder gruppen-

Digitized by Google

weise aufgewachsen und von kleinen weissen Dolomit-Rhomboedern begleitet, starkglänzende, eisenschwarze Kryställchen von sehr geringen Dimensionen, — sie erreichen höchstens 1 mm in der grössten Ausdehnung —, welche sich als Enargit erwiesen. Die Bestimmung des meines Wissens nur von einem europäischen Fundorte, von Parád in Ungarn bekannten Minerales, gründet sich auf die Messungen der Kryställchen, die mit ziemlich befriedigenden Resultaten möglich waren. Es wurden folgende Flächen beobachtet: (001) oP, (100) $\infty P\breve{\infty}$, (010) $\infty P\breve{\infty}$, (110) ∞P, (130) $\infty P\breve{3}$, (101) $P\breve{\infty}$, (102) $\frac{1}{2}P\breve{\infty}$, (011) $P\breve{\infty}$, (115) $\frac{1}{5}P$. Die Formen sind theils würfelähnlich, wenn die drei Pinakoide vorwalten, theils tafelig und makrodiagonal gestreckt bei herrschendem (001); letzteres ist gewöhnlich fein gerieft nach der Makroaxe, (110) und (100) sind stark vertical, (010) ist an den würfelähnlichen Formen horizontal gerieft. Von den übrigen stets untergeordneten Flächen ist (115) neu; (130), welches an den Täfelchen stets mit (010) sehr schmal erscheint, wurde von Dauber als zweifelhaft bezeichnet. Ich vergleiche meine nur zum Behufe der Combinationsbestimmung vorgenommenen Messungen mit den aus Dauber's Elementen ($a : b : c = 0{,}87108 : 1 : 0{,}82481$) berechneten Werthen:

	berechnet:	gemessen:
110 : $\bar{1}10$	= 97° 53′	98° 12′
110 : 100	= 41 3½	41 2
130 : 010	= 20 56½	21 1
130 : 110	= 28 0	27 45
101 : 001	= 43 23	43 32
011 : 001	= 39 31	39 31
115 : 001	= 14 3	14 11

In einer kleinen Partie der nach (110) gut spaltbaren Kryställchen wurden die Bestandtheile des Enargit, Kupfer, Schwefel und Arsen, sowie geringe Mengen von Eisen, auf nassem Wege, nachgewiesen.

15. K. Haushofer (in München): **Orthoklaszwillinge von Fichtelberg.** (Hierzu Taf. XV, Fig. 1—2). Unter den Orthoklaskrystallen, welche der porphyrartige Granit des Fichtelgebirges führt, finden sich bekanntlich sowohl einfache, durch Vorwalten von $\infty\breve{P}\infty$ (010) und oP (001) rectangulär säulenförmige Krystalle, als auch und zwar noch häufiger Zwillingsbildungen nach dem Karlsbader Gesetze. Ich habe neuerdings an den Krystallen dieses Vorkommens zwei Verwachsungen beobachtet, welche meines Wissens noch nicht Erwähnung fanden und desshalb wohl eine specielle Beschreibung rechtfertigen können.

a) Zwillingsaxe die Verticalaxe, Zwillingsebene eine Fläche von ∞P(110). Dieses Gesetz wurde zuerst von Laspeyres an den bekannten Zinnerzpseudomorphosen nach Orthoklas von Cornwall nachgewiesen [s. diese Zeitschr. 1, 204]. Seine Beobachtung bezieht sich auf eine interessante Verwachsung zweier Karlsbader Zwillinge nach der Fläche ∞P. Die von mir beobachtete Zwillingsbildung findet an zwei einfachen rectangulär säulenförmigen Krystallen der Combination $\infty\breve{P}\infty$ (010) . oP(001) . $2\breve{P}\infty$ ($\bar{2}$01) . $\infty\breve{P}3$ (130) in der Weise statt, dass die vordere Fläche T(1$\bar{1}$0) des einen Individuums mit der Fläche l' ($\bar{1}\bar{1}$0) des zweiten Individuums in eine Ebene fällt (vgl. Fig. 1. Taf. XV). Man kann sich die Stellung der beiden Krystalle gegen einander leicht versinnlichen, wenn man das zweite Individuum um die Verticalaxe gegen das erste um 118° 47′ gedreht denkt (Fig. 1a).

Digitized by Google

Die Krystalle, zum Theil mit fest anhaftender Granitmasse überwachsen, im übrigen ringsum ausgebildet, gestatteten ihrer Flächenbeschaffenheit wegen keine genauen Controlmessungen. Der einspringende Winkel zwischen c und c' wurde zu ca. 44^0 gemessen ($44^0\ 32'$ berechnet); T und l' spiegelten annäherungsweise zusammen, wenn man sie mit Deckgläschen belegte. An dem einen Individuum findet sich eine Andeutung der selten beobachteten Fläche $2P$ (x').

b) Zwillingsaxe anscheinend die Verticalaxe, Zwillingsebene eine Fläche rechtwinklig (oder nahezu rechtwinklig) zur Verticalaxe; ein Individuum erscheint gegen das andere um 180^0 um die Verticalaxe gedreht, so dass die beiderseitigen Flächen der Prismenzone annäherungsweise zusammenfallen (Fig. 2). Der einspringende Winkel zwischen den oP-Flächen an der Vorderseite des Zwillings spricht gegen die Annahme, dass die vorliegende Verwachsung nur einen speciellen Fall des Karlsbader Gesetzes darstelle. Es liegt vielmehr nahe, als Zwillingsebene die allerdings noch nicht beobachtete Fläche $\frac{1}{2}P\infty$ ($10\bar{2}$) anzunehmen, welche mit der Verticalaxe den Winkel von $88^0\ 52'$ bildet. Die Axen c der beiden Individuen würden (vorn) einen Winkel von $2^0\ 16'$ bilden, ein Neigungsverhältniss, welches bei der Rauhheit der Krystallflächen allerdings nicht mehr zur Erscheinung kommen kann. Der einspringende Winkel der Prismenflächen würde sich auf $1^0\ 57'$ berechnen. Die — allerdings nur sehr unsichere — Messung ergab: $c : c' = 51^0$ (berechnet $49^0\ 50'$), $y : y' = 70—71^0$ (berechnet $69^0\ 14'$). Wenn es mir auch nicht gelungen ist, genügende Beweise für die Richtigkeit der gegebenen Anschauung zu gewinnen, so konnte ich doch nicht unterlassen, sie darzulegen, damit die Frage gelegentlich an besseren Belegstücken entschieden werden könne.

16. Derselbe, Oligoklas von Dürrmorsbach. In einer älteren Sammlung, welche ich für die technische Hochschule erwarb, fanden sich mehrere Handstücke eines weissen, rosenrothen bis violetten Feldspathes, welcher auf den Etiquetten als Labradorit von Dürrmorsbach bei Aschaffenburg bezeichnet war. Das homogene Ansehen des Minerals, sein Fundort und Vorkommen in grösseren Mengen bestimmten mich zu einer Untersuchung desselben; zugleich brachte ich in Erfahrung, dass dasselbe unter gleicher Bezeichnung auch in andere Sammlungen übergegangen sei. Herr Prof. F. Sandberger in Würzburg hatte die Güte, mir authentisches Material zuzusenden, welches unter allem vorliegenden das reinste und frischeste Ansehen zeigte und desshalb zur Analyse bestimmt wurde.

Im Dünnschliffe erscheint das Mineral als ein Gemenge aus klareren und trüben Parthien von ziemlich regelloser Anordnung; beide treten sowohl in grösseren unregelmässig begränzten Massen als in feinen Schnüren und Adern auf; sehr häufig zeigen die klaren Parthien eine Umgränzung durch trübe Substanz. Im polarisirten Lichte erweisen sich die klaren — der Menge nach überwiegenden Massen als Individuen, die trüben als sehr feine bis grobe Aggregate und die beobachteten Uebergänge in der Korngrösse lassen kaum einen Zweifel daran, dass beide derselben Substanz angehören. Die individualisirten Parthien liegen verschiedenartig orientirt im Aggregat; hie und da ist an denselben eine Spur der für die Plagioklase charakteristischen Streifung zu bemerken. Im Allgemeinen gewährt der Dünnschliff das Bild einer ursprünglich gleichartig-körnigen, theilweise zerstörten und regenerirten Masse. Die weisse Abänderung erscheint, soweit die mikroskopische Untersuchung darüber Aufschluss gewähren kann, frei von fremden Einschlüssen; in den rothen und noch mehr in den violetten Ab-

Digitized by Google

änderungen finden sich schwarze Ausscheidungen von Manganoxyden*); dieselben sind oft makroskopisch und so zahlreich, dass die Farbe des Minerals dunkelgrauviolett wird; auf Kluftflächen erscheinen sie als Dendriten.

Grössere und kleinere schimmernde Trennungsflächen treten wohl ziemlich häufig in der Masse auf, ohne jedoch für die präcise Bestimmung der Spaltungsverhältnisse auszureichen.

Das spec. Gewicht fand sich als Mittel von 6 Bestimmungen = 2,663. Der Glühverlust der vollkommen weissen Varietät wurde in zwei Versuchen zu 1,29 und 1,52% bestimmt; er steigt in den röthlichen Varietäten bis 1,80%. — Von Salzsäure wird das Mineral wenig angegriffen. — Je 1,5 g der weissen Abänderung wurden zu einer Aufschliessung mit Alkalicarbonat und zu einer Zersetzung vermittelst starker Fluorwasserstoffsäure verwendet; die Analysen gaben folgende Resultate:

	a) Aufschliessung mit Alkalicarbonat:	b) Mit Fluorwasserstoffsäure:
SiO_2	59,30	59,17 (aus dem Verlust berechn.)
Al_2O_3	25,75	26,20
CaO	4,79	4,70
K_2O	2,78 **)	2,78
Na_2O	5,63 **)	5,63
H_2O	1,29	1,52
	99,54	100,00.

Ausserdem ergab sich bei speciellem Versuche, dass das Mineral eine geringe, quantitativ nicht mehr bestimmbare Menge von Manganoxydulsilicat enthält, welches in den rothen und violetten Abänderungen in Oxyd übergegangen ist und dadurch deren Färbung bedingt. Das sehr feine Pulver der weissen Varietät nimmt, längere Zeit der Luft und dem Sonnenlichte ausgesetzt, allmälig eine deutlich rosenrothe Färbung an, ein Vorgang, der in dem Violettwerden manganoxydulreichen Fensterglases seine Parallele findet.

Nach den Ergebnissen der Analyse steht das Mineral dem Oligoklas viel näher als dem Labradorit, obwohl sein Kieselsäuregehalt niedriger ist als der Durchschnitt bei dem Oligoklas. Das Verhältniss von $Na : Ca = 2 : 1$ (genau 1,81 : 0,85), von $Al_2 : Si = 1 : 3,9$.

Bei dem Versuche, das Mineral auf ein Gemenge der drei isomorphen Feldspathsubstanzen:

$$Si_6 Al_2 K_2 O_{16}$$
$$Si_6 Al_2 Na_2 O_{16}$$
$$Si_4 Al_4 Ca_2 O_{16}$$

zu berechnen, stiess ich auf Schwierigkeiten, indem sich bei Zugrundelegung der Basen ein Ueberschuss von Kieselsäure und Thonerde ergab, welcher in der Constitution der normalen Feldspathsubstanzen nicht unterzubringen, andererseits aber zu bedeutend war um vernachlässigt zu werden. Es ist aber klar, dass auch der Wassergehalt an der chemischen Constitution theilnehmen muss, wenn man ihn nicht aus Poreneinschlüssen erklären will. Dazu war nach der mikroskopischen Analyse kein Anlass gegeben. Das Wasser könnte demnach in einem dem Anorthit analog gebildeten isomorphen Silicat $Si_4 Al_4 H_4 O_{16}$ oder, wenn man die

*) Wahrscheinlich Manganit.
**) Aus b) eingesetzt.

Digitized by Google

anscheinend begonnene hydatogene Umbildung des Feldspathes berücksichtigen will, als Bestandtheil eines kaolinartigen Silicates $Si_2 Al_2 H_4 O_9$ angenommen werden. Die auf diese Voraussetzungen gegründete Berechnung führt zu folgender Interpretation des ganzen Feldspathes:

	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	Na_2O	CaO	H_2O
16,4% Kalifeldspath mit	10,6	3,0	2,78	—	—	—
47,6 - Natronfeldspath mit	32,6	9,3	—	5,63	—	—
23,8 - Kalkfeldspath -	10,2	8,7	—	—	4,79	—
12,2 - $Si_4 Al_4 H_4 O_{16}$ -	6,2	5,2	—	—	—	0,9
100,0	59,6	26,2	2,78	5,63	4,79	0,9
oder anstatt des letzten Componenten:						
12,2% $Si_2 Al_2 H_4 O_9$ -	5,7	4,8	—	—	—	1,5
	59,1	25,8	2,78	5,63	4,79	1,5

womit man allerdings den Ergebnissen der Analyse überraschend nahe kommen würde. Ich möchte jedoch weder behaupten, dass der hier untersuchte Feldspath rein genug war, um an ihm die Richtigkeit dieser Anschauung zu prüfen, noch auch die letztere überhaupt als zweifellos hinstellen. Man kennt weder ein dem Feldspath isomorphes Silicat $Si_4 Al_4 H_4 O_{16}$, noch weiss man etwas über die Krystallisation des kaolinartigen Silicates $Si_2 Al_2 H_4 O_9$; aber die grossen Erfolge, welche man durch die Annahme isomorpher Wasserstoffcomponenten bei anderen Silicaten (Epidot, Glimmer etc.) errungen, legen eine analoge Betrachtung auch bei den Feldspathen nahe. — Die Berechnung auf Molecularzahlen führte zu keinen einfachen Verhältnissen; es liegt auch kein Grund zu der Annahme vor, dass isomorphe Gemenge die Componenten in einfachen Verhältnissen der Zahl ihrer Molecüle enthalten müssen.

Die eigenthümliche Manganbeimengung stimmt mit dem reichlichen Auftreten anderer Manganverbindungen (z. B. Spessartin) in den benachbarten Graniten des Spessart. Leider ist mir über das Vorkommen des Minerals in Bezug auf seine paragenetischen und Lagerungsverhältnisse nichts bekannt.

17. Derselbe, Krystallform des Paranitrohydrophenylpropionsäure-Aethylester (oder Paranitrohydrozimmtsäure-Aethylester) $C_9 H_8 (NO_2) O_2 C_2 H_5$. Dargestellt von Herrn J. Brunner im Labor. d. techn. Hochschule München.

Rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}5176 : 1 : 0{,}9982.$$

Blassgelbe, durchsichtige, luftbeständige Krystalle von kurz säulenförmigem bis tafelförmigem Habitus, nach zwei Typen entwickelt: der eine zeigt die Combination $\infty\breve{P}\infty(100) = a$, $\infty P(110) = p$, $oP(001) = c$, $\infty\breve{P}\infty(010) = b$, $\breve{P}\infty(011) = d$ (Fig. 1); an den tafelförmigen Krystallen (Fig. 2) finden sich: $\infty\bar{P}2(210) = q$, $oP(001) = c$, $\infty\bar{P}\infty(100) = a$, $\infty\breve{P}\infty(010) = b$. Die Flächen der prismatischen Zone sind sehr vollkommen entwickelt, d meist sehr klein aber gut spiegelnd, c in der Regel, namentlich bei den tafelförmigen Krystallen, trichterförmig vertieft.

Fig. 1.

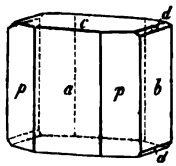
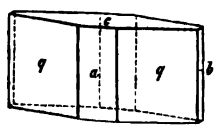


Fig. 2.



Digitized by Google

		Beobachtet:	Berechnet:
(110)	(010) =	*62° 38′	—
(010)	(011) =	*45 3	—
(110)	(1$\bar{1}$0) =	54 42	54° 44′
(210)	(100) =	14 30	14 30½
(110)	(100) =	27 20	27 22.

Spaltbarkeit nach $oP(001)$ ziemlich vollkommen. Die Ebene der optischen Axen liegt in b, erste Mittellinie ist c; durch oP ist bei sehr dünnen Blättchen das Lemniscatensystem sichtbar. — Axenwinkel klein.

Es bleibt noch übrig, auf die Aehnlichkeit des Axenverhältnisses mit jenem des Orthonitrozimmtsäureäthylesters (0,5245 : 1 : 0,8651) aufmerksam zu machen, welchen ich diese Zeitschr. **8**, 74 beschrieben habe.

18. Derselbe, Krystallographische Untersuchung einiger unterphosphorsaurer Salze.

Saures unterphosphorsaures Natrium $Na^2H^2P^2O^6 + 6H^2O$ *).

Bei seinen Untersuchungen über die Zwischenstufen zwischen dem neutralen und sauren unterphosphorsauren Natrium erhielt Herr Th. Salzer in Worms neuerdings Krystalle eines Salzes, deren Messung und Berechnung mich bald auf die Axenverhältnisse des sauren Salzes zurückführten und welche, nachdem dies erkannt worden, auch durch die Analyse als saures unterphosphorsaures Natrium constatirt werden konnten. Da sie aber habituell einigermaassen von den l. c. beschriebenen Formen abweichen, überdies aber holoedrisch ausgebildet erscheinen und einige neue Flächen zeigen, mag es zweckmässig sein, dieselben als Ergänzung und unter Festhaltung der ersten Annahmen nachzutragen.

Fig. 1.

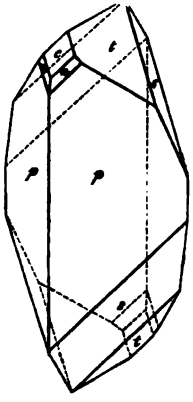


Fig. 2.

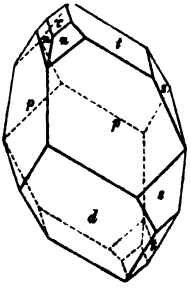


Fig. 3.

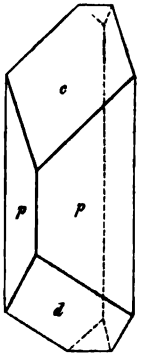
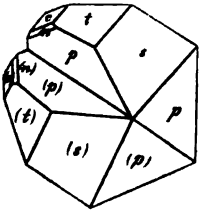


Fig. 4.



Die Mehrzahl der neuen Krystalle besass den in Fig. 1 dargestellten scharfprismatischen Habitus, bedingt durch das Vorwalten der Flächen $\infty P(110) = p$. Dazu treten gewöhnlich die nahezu wie ein orthorhombisches Brachydoma liegenden Flächen von $\frac{1}{2}P(\bar{1}12) = t$ und die auch bei der ersten Untersuchung beobachteten Flächen der positiven Hemipyramide $P(\bar{1}11) = s$, sowie das basische Pinakoid $oP(001) = c$. An mehreren Krystallen fand sich auch die negative

*) Vergl. diese Zeitschr. **1**, 620 f.; die dort (nach alten Atomgewichten) angegebene Formel ist durch die obige zu ersetzen.

Digitized by Google

Hemipyramide $-P(111) = n$, welche jedoch nur annähernde Messung gestattete; seltener, aber bisweilen ziemlich ausgedehnt das Hemidoma $\breve{P}\infty(10\bar{1}) = d$ (Fig. 2, 3). Durch Fehlen der Pyramiden und ungleichmässige Ausdehnung der Gegenflächen von c und d entstehen die seltneren Formen, welche Figur 3 darstellt. Die Flächen p sind in der Regel parallel der Combinationskante mit s gestreift, häufig aufgewölbt und gebrochen. Als charakteristisch ist die sehr oft vorkommende hemitropische Verwachsung nach dem Gesetze hervorzuheben: Drehung einer Krystallhälfte gegen die andere um 180° auf der Fläche d (vergl. Fig. 4). — Die Aehnlichkeit des scharfen Prismenwinkels (= 64° 17′) mit dem scheinbar entsprechenden des neutralen Salzes (64° 50′ aut.) könnte bei mangelhafter Ausbildung der übrigen Flächen zu Verwechslungen führen; das differente Verhalten im parallelen polarisirten Lichte lässt jedoch sofort den Unterschied hervortreten. Während beim neutralen Salze, seiner Axenlage entsprechend, die Auslöschungsrichtungen parallel und normal zur Kante von 64° 50′ liegen, bilden sie beim sauren Salze auf den Flächen p einen Winkel von ca. 40° mit der Kante 64° 17′.

Da die neuen Krystalle genauere Messungen zuliessen als die der ersten Untersuchung, dürften die Resultate der Berechnung danach wie folgt corrigirt werden:

$$a : b : c = 2{,}0052 : 1 : 2{,}0568$$
$$\beta = 52^0\ 33'.$$

		Beobachtet:	Berechnet:
$p : p' = (1\bar{1}0)\ (110)$	$=$	*115° 43′	—
$c : p = (001)\ (110)$	$=$	*71 8	—
$t : t = (\bar{1}12)\ (\bar{1}\bar{1}2)$	$=$	*91 11	—
$t : p = (\bar{1}12)\ (110)$	$=$	55 34	55° 17′
$c : t = (001)\ (\bar{1}12)$	$=$	52 33	52 58
$c : n = (001)\ (111)$	$=$	50 appr.	47 26
$n : p = (111)\ (110)$	$=$	22—23°	23 42
$s : s = (\bar{1}11)\ (\bar{1}\bar{1}1)$	$=$	122 30	122 2
$d : c = (10\bar{1})\ (001)$	$=$	115 10	114 48
$s : c = (\bar{1}11)\ (001)$	$=$	77 40	78 21
$s : p = (\bar{1}11)\ (\bar{1}10)$	$=$	30 24	30 31
$s : t = (\bar{1}11)\ (\bar{1}12)$	$=$	24 50	25 23
$c : \underline{c} = (001)\ \underline{(00\bar{1})}$	$=$	51 0	49 36

Zweidrittel-unterphosphorsaures Natron $Na^3HP^2O^6 + 9H^2O$ (Dargestellt von Th. Salzer in Worms. Vgl. Ann. d. Chem. 1878, 194, 30*)).

Monosymmetrisch. $a : b : c = 1{,}5592 : 1 : 1{,}5108$
$\beta = 77^0\ 33'$.

Ringsum ausgebildete wasserhelle Krystalle von starkem Glasglanze. Beobachtete Flächen:

$c = oP$	(001)	$r = \frac{10}{5}P$	(10.10.3)	$o = \frac{3}{4}\breve{P}\infty$	(023)	$d = 3\breve{P}\infty$	($\bar{3}$01)
$m = \infty P$	(110)	$v = \frac{1}{5}P$	(775)	$q = \frac{1}{3}\breve{P}\infty$	(043)	$e = \frac{3}{2}\breve{P}\infty$	($\bar{3}$02)
$n = -\breve{P}\infty$	(101)	$w = P$	(11$\bar{1}$)	$p = 3\breve{P}\infty$	(031)	$f = \breve{P}\infty$	($\bar{1}$01)
$s = -3\breve{P}\infty$	(301)	$h = -P$	($\bar{1}$11).				

Die Krystalle sind meist tafelförmig durch Vorwalten von oP, bisweilen auch nach b gestreckt und in diesem Falle bei überwiegender Entwicklung der unteren

*) Die l. c. mitgetheilten, vorläufigen Angaben über die krystallographischen Verhältnisse der Substanz sind hiernach richtig zu stellen.

Digitized by Google

Fläche c und der Fläche n breit keilförmig (Fig. 6 . Eine hemimorphe Ausbildungsweise scheint für das Salz charakteristisch zu sein, indem die Flächen n, r, v nur in der vorderen, die Flächen h, f, e, d nur in der hinteren, die Klinodomen o und q nur in ihrer oberen, das Klinodoma p nur in der unteren Hälfte auftritt. Es finden sich zwar an manchen Krystallen einzelne Andeutungen von correspondirenden Flächen, allein die grosse Mehrzahl der Krystalle zeigt die angegebene Ausbildung so übereinstimmend, dass man sie als Charakteristicum ansehen darf, wenn auch vielleicht von einer absoluten Hemimorphie der Substanz nicht die Rede sein kann. — Zwillingsbildung nach dem Gesetze: Verbindungsfläche eine Ebene senkrecht zur Axe a; die beiden Individuen erscheinen nur mit ihren vorderen Hälften, umgekehrt verwachsen wie Bild und Spiegelbild; die basischen Flächen fallen beiderseits in je eine Ebene, die Zwillinge zeigen rhombische Symmetrie.

Fig. 5.

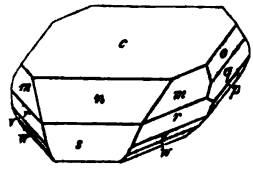
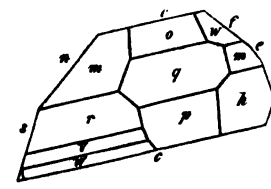


Fig. 6.



			Gemessen:		Berechnet:
(110)	(1$\bar{1}$0)	=	*113° 24′		—
(110)	(001)	=	*83 12		—
(101)	(001)	=	*38 3		—
(301)	(001)	=	60 5		60° 12′
(301)	(111)	=	58 38		58 24
(301)	(101)	=	22 4		22 9
(101)	(111)	=	65 3		64 57
(10.10.$\bar{3}$)	(001)	=	93 27		93 13
(10.10.$\bar{3}$)	(111)	=	10 0		10 1
(10.10.$\bar{3}$)	(10.$\bar{1}$0.$\bar{3}$)	=	114 30		114 22
(77$\bar{5}$)	(001)	=	105 20		105 26
(11$\bar{1}$)	(001)	=	112 37	app.	114 18
(023)	(001)	=	42 41	-	41 31
(043)	(001)	=	47 53		47 53½
(03$\bar{1}$)	(001)	=	102 33		102 44
(023)	(043)	=	—		6 23
(023)	(03$\bar{1}$)	=	—		61 11
(043)	(03$\bar{1}$)	=	—		54 50
($\bar{1}$11)	(001)	=	65 34		65 42
($\bar{1}$10)	(001)	=	96 42		96 48
($\bar{1}$1$\bar{1}$)	(00$\bar{1}$)	=	55 25		55 24
($\bar{3}$01)	(001)	=	81 18		82 31
($\bar{3}$02)	(001)	=	64 25		64 11
($\bar{1}$01)	(001)	=	50 0		50 6.

Die Auslöschungsrichtungen auf einer klinodiagonal geschnittenen Platte kreuzen die Klinodiagonale unter c. 30° im stumpfen Winkel. Auf der Fläche oP sehr dünn geschliffener Lamellen kommt in Oel der innere Theil des Lemniscatensystems zur Erscheinung; die Ebene der optischen Axen liegt senkrecht zur

Digitized by Google

Symmetrieebene, die erste Mittellinie nahezu senkrecht auf oP; Axenwinkel gross. — Luftbeständig.

Saures unterphosphorsaures Ammon. $(NH^4)^2H^2P^2O^6$.

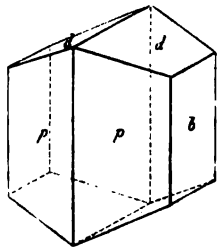
Rhombisch. $a : b : c = 0{,}6323 : 1 : 0{,}8250$

(Das saure Kalisalz hat nach Fresenius*) $0{,}6792 : 1 : 0{,}8308$).

(Dargestellt von Th. Salzer in Worms.)

Wasserhelle kurze Prismen der Combination $\infty P(110) = p$, $\infty\breve{P}\infty(010) = b$, $\frac{1}{2}\breve{P}\infty(012) = d$ (s. Fig. 7). Nach $\infty\breve{P}\infty$ spaltbar. Die Polarisationsbilder beider Axen kommen in Oel zur Erscheinung, wenn man in der Richtung der Verticalaxe durch die Krystalle sieht; Axenebene ist $\infty\bar{P}\infty$.

Fig. 7.



		Gemessen:	Berechnet:
(110)	$(1\bar{1}0)$	$= *64^0\ 37'$	—
(010)	(012)	$= *67\ 35$	—
(012)	$(0\bar{1}2)$	$=$ —	$44^0\ 50'$
(010)	(110)	$= 57\ 48$	$57\ 41$
(012)	(110)	$= 78\ 25$	$78\ 14$.

Nimmt man das Doma d, wie geschehen, als $\frac{1}{2}\breve{P}\infty(012)$, so ergiebt sich die Homömorphie des Salzes mit dem durch W. Fresenius (Strassburg) untersuchten sauren Kaliumsalze. Freilich ist damit die von Salzer gegebene Formel des letzteren $(K^2H^2P^2O^6 + H^2O)$ nicht recht in Einklang zu bringen.

19. W. Fresenius (in Strassburg): **Krystallographisch-optische Untersuchungen einiger unterphosphorsaurer Salze.**

Saures unterphosphorsaures Natrium $Na^2H^2P^2O^6 + 6H^2O$.

Eine grössere Sendung von schönen Krystallen dieses Salzes, welche das hiesige mineralogische Institut Herrn Th. Salzer in Worms verdankt, gestattete die Vervollständigung der Kenntniss desselben, namentlich in optischer Beziehung. Da die krystallographischen Verhältnisse bereits eingehend von K. Haushofer (s. diese Zeitschr. **1**, 620 und **8**, 605) untersucht worden sind, so möge über diese nur Folgendes bemerkt werden:

Fig. 1.

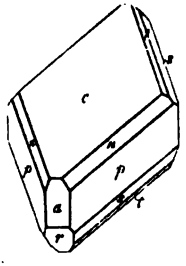
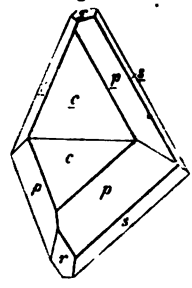


Fig. 2.



Die vorliegenden Krystalle (s. Fig. 1) zeigten stets vorherrschend $c = (001)\,oP$, während unter den Seitenflächen immer $p = (110)\,\infty P$ vorwaltete, selten nur mit zwei vorderen Flächen ausgebildet, wie es Haushofer's Fig. c (diese Zeitschr. **1**, 621) zeigt; ausserdem erschien $s = (\bar{1}11)P$ fast immer, häufig auch $n = (111) - P$, $t = (\bar{1}12)\frac{1}{2}P$, $r = (\bar{2}01)2\breve{P}\infty$ und $a = (100)\,\infty\breve{P}\infty$. Sämmtliche Randflächen erschienen sehr unregelmässig in ihrem Auftreten, oft unvollzählig, doch gelang es trotz der

*) Siehe den folgenden Aufsatz Nr. 19.

Digitized by Google

grossen Zahl untersuchter Krystalle nicht, hierin irgend eine Gesetzmässigkeit zu entdecken. Der beschriebene Habitus ist derjenige des Salzes, wenn dasselbe aus langsam verdunstender wässriger Lösung auskrystallisirt; beim Abkühlen der heiss gesättigten Lösung erhält man Krystalle, welche ebenfalls nach c tafelförmig, aber nach der Orthodiagonale verlängert sind.

Zwillinge nach $(\bar{1}01)$ $P\infty$, s. Fig. 2.

$$a : b : c = 2{,}0115 : 1 : 2{,}0438$$
$$\beta = 53^0\ 10\tfrac{1}{2}'.$$

		beobachtet:	berechnet:
$p : p =$	$(110)\ (1\bar{1}0)$	$= *116^0\ 19'$	—
$c : p =$	$(001)\ (110)$	$*\ 71\ \ 34$	—
$c : s =$	$(001)\ (\bar{1}11)$	$*\ 77\ \ 55$	—
$c : t =$	$(001)\ (\bar{1}12)$	$52\ \ 42$	$52^0\ 42\tfrac{1}{2}$
$c : n =$	$(001)\ (111)$	$48\ \ 38$	$48\ \ 37$
$c : r =$	$(001)\ (\bar{2}01)$	$97\ \ 38$	$97\ \ 38$
$c : \underline{c} =$	$(001)\ (00\bar{1})$	$51\ \ 21$	$51\ \ 20.$

Spaltbarkeit nach c (001) ziemlich vollkommen, nach p (110) unvollkommen.

Doppelbrechung positiv; optische Axenebene ist die Symmetrieebene; die erste Mittellinie bildet mit der Normalen zu (001) die folgenden scheinbaren Winkel:

für Li : $3^0\ 28'$, für Na : $2^0\ 46'$, für Tl : $2^0\ 10'$.

Mit dem unten angeführten Werthe für β folgen daraus die wahren Abweichungen:

$2^0\ 22'$ $\quad$ $1^0\ 52'$ $\quad$ $1^0\ 27'$.

Axenwinkel in Oel:

	$2H_a$	$2H_o$
Li	$56^0\ 45'$	$125^0\ 15'$
Na	$57\ \ 50$	$123\ \ 30$
Tl	$58\ \ 30$	$122\ \ 56$

Daraus berechnet sich der wahre Axenwinkel:

$$2V = 56^0\ 18'\ (Li)$$
$$57\ \ 32\ (Na)$$
$$58\ \ 10\ (Tl)$$

Der scheinbare Axenwinkel in Luft ergab sich zu:

$$2E = 87^0\ 22'\ (Li)$$
$$91\ \ 22\ (Na)$$
$$92\ \ 53\ (Tl)$$

Aus $2V$ und $2E$ folgt:

$$\beta = 1{,}4640\ (Li)$$
$$1{,}4867\ (Na)$$
$$1{,}4908\ (Tl)$$

Saures unterphosphorsaures Ammonium.

Dieses Salz erhielt Herr Salzer zuweilen neben den von K. Haushofer S. 608 beschriebenen $(NH^4)^2H^2P^2O^6$ aus derselben Lösung; nach seiner gef. Mittheilung entspräche dessen Säuregehalt der Formel $(NH^4)^2H^2P^2O^6 + H^2O$; »es ist aber wahrscheinlich ein $^3/_4$ oder $^4/_5$ saures Salz; der Mangel einer genü-

Digitized by Google

genden Quantität gestattete nicht, die Wasser- und Ammoniakbestimmung mit der nöthigen Schärfe auszuführen und die Formel festzustellen.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}6692 : 1 : 1{,}4905$$
$$\beta = 75^0\ 47'.$$

Kleine, trübe Nadeln, gebildet von: $m = \infty P\,(110)$, $n = \infty \breve{P}2\,(210)$; am Ende: $c = oP\,(001)$, $o = P\,(\bar{1}11)$ und klein $r = -\breve{P}\infty\,(101)$ und $r' = 2\breve{P}\infty\,(\bar{2}01)$. Die Flächen sind rauh und daher nur schlecht zu messen.

Fig. 8.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	$= *116^0\ 34'$	—
$c : m = (001) : (110)$	$= *\ 97\ 25$	—
$c : r' = (001) : (\bar{2}01)$	$= *\ 72\ 2$	—
$n : n = (210) : (2\bar{1}0)$	$= 78\ 15$	$77^0\ 37'$
$m : n = (110) : (210)$	$= 18\ 49$	$19\ 28$
$c : n = (001) : (210)$	$= 78\ 35$	$79\ 0$
$c : o = (001) : (\bar{1}11)$	$= 63$ appr.	$65\ 7$
$c : r = (001) : (101)$	$= 39\ 10$	$40\ 15$

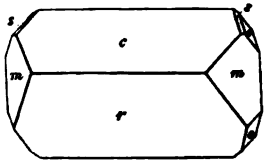
Nach der Basis deutliche Spaltbarkeit.

Durch diese Fläche ist eine Axe in der Symmetrieebene sichtbar.

Neutrales unterphosphorsaures Natrium. $Na^4P^2O^6 + 10H^2O$, s. Ann. d. Chem. **194**, 29.

Krystallsystem monosymmetrisch.

Fig. 4.



$$a : b : c = 2{,}0435 : 1 : 1{,}9055$$
$$\beta = 35^0\ 55'.$$

Theils wasserhelle, glänzende, dünne Nadeln, nach der Symmetrieaxe verlängert, theils trübe, dickere Prismen, nach derselben Axe ausgedehnt (Letzteren entspricht die Fig. 4). Beobachtete Flächen: $c = oP\,(001)$, $r = 2\breve{P}\infty(\bar{2}01)$, $m = \infty P\,(110)$, $o = P\,(\bar{1}11)$, $s = \frac{1}{2}P\,(\bar{1}12)$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110) : (1\bar{1}0)$	$= *100^0\ 20'$	—
$(001) : (110)$	$= *\ 58\ 45$	—
$(001) : (\bar{2}01)$	$= *115\ 0$	—
$(\bar{2}01) : (110)$	$= 56\ 20$	$56^0\ 2'$
$(\bar{1}11) : (001)$	$= 78\ 37$	$78\ 32$
$(\bar{1}12) : (001)$	$= 44\ 28$	$45\ 0$

Spaltbarkeit nach $\infty\breve{P}\infty\,(010)$.

Ziemlich häufig treten Zwillingslamellen nach der Basis auf.

Die optische Axenebene ist die Symmetrieebene, die erste Mittellinie geht durch den stumpfen Winkel zwischen c und r und bildet mit ersterer einen kleineren Winkel.

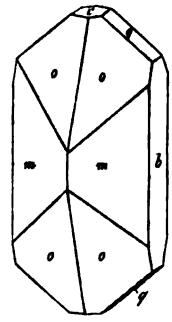
Digitized by Google

Saures unterphosphorsaures Kalium. $K^2H^2P^2O^6 + H^2O$.

Krystallsystem: rhombisch.

$a : b : c = 0{,}6792 : 1 : 0{,}8508$.

Fig. 5.



Kleine, wasserhelle Combinationen des Prisma $m = \infty P$ (110) mit der Pyramide $o = 2\bar{P}2$ (211), untergeordnet: $b = \infty\breve{P}\infty$ (010), $q = \breve{P}\infty$ (011), $c = oP$ (001). Die o-Flächen sind gross, aber oft ausgehöhlt und daher schlecht zu messen, m stets sehr glänzend.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110) : (1\bar{1}0)$	$= * 68^0\ 22'$	—
$(011) : (0\bar{1}1)$	$= * 80\ 47$	—
$(011) : (110)$	$= 68\ 22$	$68^0\ 39'$
$(211) : (\bar{2}11)$	$= 125\ 16$ appr.	$124\ 41$

Spaltbarkeit nach $\infty\breve{P}\infty$ (010).

Durch b beide Axen in $\infty\bar{P}\infty$ sichtbar.

Saures unterphosphorsaures Baryum. $BaH^2P^2O^6 + 2H^2O$, s. Ann. d. Chem. **194**, 35.

Krystallsystem monosymmetrisch.

Da keine Pyramiden oder Domen auftreten, so ist die Axe c nicht bestimmbar.

$$a : b = 1{,}8480 : 1$$
$$\beta = 57^0\ 4'.$$

Querverlängerte Nadeln, gebildet von oP (001) und $\infty\breve{P}\infty$ (100), am Ende ∞P (110).

	Beobachtet:	Berechnet:
$(100) : (001)$	$= * 57^0\ 4'$	—
$(110) : (1\bar{1}0)$	$= *114\ 22$	—
$(110) : (001)$	$= 73\ 43$	$72^0\ 52'$

Spaltbarkeit nach oP und ∞P unvollkommen. Durch $\infty\breve{P}\infty$ eine Axe in der Symmetrieebene sichtbar.

20. J. Braun (in Wien): **Nachtrag zum Plakodin** (s. diese Zeitschr. **8**, 421). Ein von Herrn Gentzsch dem mineralogischen Museum der Universität in Wien nachträglich zugestelltes Stück (U. M. 6102) zeigt ein merkwürdiges Vorkommen der Nickelspeise (Plakodin), dessen nähere Beschreibung in Folgendem gegeben werden soll.

Dort, wo das Stück offenbar an seiner Unterlage haftete, ist eine dünne Schichte von gefrittetem Quarz zu bemerken, auf welche dann eine etwas stärkere Lage von Pyrit folgt. Der Pyrit zeigt eine halb krystallinische, senkrecht auf die Unterlage strahlig entwickelte Struktur. Die ganze Masse des Pyrits und des Quarzes, mit Ausnahme der sichtbaren Anhaftungsstellen ist von derbem Bleiglanz umhüllt, der eine Art stalaktitischer Entwicklung mit mehr warziger Oberfläche zeigt. Auf dem Bleiglanz, der selbst einen geringen Gehalt an Silber bekundet, sind ausserdem noch auffallende, kleine Parthien von gediegenem, haarförmig ausgeschiedenem Silber und hie und da zerstreut winzige, deutlich glänzende Kryställchen von Cerussit sichtbar.

Digitized by Google

In einer Vertiefung des betreffenden Stückes kommt nun eine Gruppe krystallisirter Nickelspeise vor. Die Krystalle sind schön entwickelt, zeigen vorherrschende P- und untergeordnete oP-Flächen.

Die einzelnen Substanzen wurden auf ihre Bestandtheile geprüft, und ein kleiner Cerussit-Krystall auch einer goniometrischen Messung unterzogen. Es wurden an demselben die Miller'schen Flächen a, m und x beobachtet, wobei das an $(\bar{1}00)$ grenzende x-Paar eine ähnliche an Hemimorphismus erinnernde Asymmetrie in den Grössenverhältnissen erkennen liess, wie sie C. Vrba (d. Zeitschr. 2, 158) und A. Sadebeck (Neues Jahrb. f. Min., 1876, p. 302) beobachtet haben.

Nach seinem Habitus scheint das Stück ein Hüttenprodukt zu sein, doch könnte leicht die Betrachtung eines ähnlichen Stückes zu der allerersten Meinung Veranlassung gegeben haben, den Plakodin als selbstständige Mineralspecies anzusehen.

21. J. R. Mc. D. Irby (aus Lynchburg, Virginia): **Ueber die Krystallformen des Kalkspathes** (On the Crystallography of Calcite. Inaug. Diss. d. Göttinger Univ., Bonn, Verl. v. Marcus, 1878). Hierzu Taf. XV, Fig. 3—5. Diese Arbeit wurde in Bonn, auf Veranlassung einer an dortiger Universität gestellten Preisaufgabe, ausgeführt. Der Verf. nahm sich vor, zu prüfen, ob die am Kalkspath bisher aufgefundenen Formen, circa 200, sämmtlich als mit Sicherheit bestimmt zu betrachten seien, und auf welches Axensystem dieselben am einfachsten bezogen werden können.

Für das letztere wählt er, wie Miller, die Kanten des primären Rhomboëders, und nimmt, der Hauy'schen Anschauung folgend, jedwede Form als aus solchen Rhomboëdern zusammengesetzt an. Dass die Spaltungsgestalt hierbei als Primitivform zu Grunde zu legen sei, schliesst er aus der Thatsache, dass diese Form es ist, welche sich beim Beginn der Krystallisation des kohlensauren Kalkes bildet, wie zahlreiche mikroskopische Untersuchungen gezeigt haben (Harting, G. Rose, Credner u. A.).

Um die bei weiterem Aufbau der Krystalle besonders bevorzugten Flächen zu bestimmen, hat der Verf. die Häufigkeit derselben aus den Angaben Lévy's, welcher 346 Exemplare von 198 verschiedenen Combinationen beschrieb, abgeleitet. Unter jenen zeigten 232 das Prisma ∞R $(10\bar{1}0)$, welches auch nach Zippe die häufigste Form ist; 159 Exemplare zeigten $-\frac{1}{2}R$ $(01\bar{1}2)$, 110 mal trat $R3$ $(3\bar{1}\bar{2}1)$ auf und zwar an fast allen sehr gross ausgebildeten Krystallen mit Ausnahme der isländischen; $-2R$ $(02\bar{2}1)$ an 88 Exemplaren, besonders oft mit ∞R zusammen (allein erscheint es z. B. an dem sogenannten »krystallisirten Sandstein« von Fontainebleau); $oR(0001)$ wurde an 78 Exemplaren, besonders von Andreasberg, beobachtet, es bildet meist die Oberfläche einer trübe weissen Endschicht der Krystalle; R $(10\bar{1}1)$, welches sich vorwiegend an den mikroskopischen Krystallen (G. Rose) ausbildet, trat nur an 45 Exemplaren auf und erscheint bekanntlich äusserst selten allein; es fehlt an den Andreasberger Krystallen fast ganz, ist dagegen sehr gewöhnlich an denen der Isère und auch häufig in Derbyshire; $4R$ $(40\bar{4}1)$ kommt 43 mal vor, sowohl allein, als in Combinationen, meist mit ∞R, oft auch mit $R3$, selten dagegen mit $-2R$; $\infty P2$ an 41 Combinationen, deren Mehrzahl (27) von Andreasberg stammte; es erscheint selten zusammen mit $R3$. Die übrigen Formen sind seltener beobachtet worden. Natürlich würde die relative Häufigkeit der zuerst erwähnten Gestalten noch eine bedeutend grössere sein, wenn nicht die zu Grunde gelegte Sammlung, wie jede

Digitized by Google

andere, besonders ausgewählte Exemplare in unverhältnissmässigen Zahl gegenüber den gewöhnlichen Formen enthielte. Man kann wohl sagen, dass wenigstens 90% aller Flächen an Kalkspathkrystallen entweder ∞R $(10\bar{1}0)$ oder $-\frac{1}{2}R$ $(01\bar{1}2)$ oder $R3$ $(3\bar{1}\bar{2}3)$ angehören.

Man ersieht aus dieser Zusammenstellung, dass die bei beginnender Krystallbildung herrschende Form R bei der Vergrösserung des Krystalls meist verschwindet, dass aber diejenigen Formen, welche bereits an mikroskopischen Krystallen in Combination mit jener Gestalt treten, später die gewöhnlichsten bilden. An mikroskopischen Krystallen kommen nämlich ausser dem primären Rhomboëder nur Flächen aus der Kantenzone desselben und solche aus der Zone $R : \infty R$ vor. Diese beiden Zonen sind zugleich dieselben, in welche bei Weitem die Mehrzahl der an makroskopischen Krystallen beobachteten Formen fallen; von den 1037 bei Levy erwähnten Flächen (eine und dieselbe Fläche wurde so oft gezählt, als die Zahl der sie zeigenden Exemplare betrug) gehören jenen 961 an, von den verschiedenen, nur je einmal gezählten Formen 42, 28 dagegen anderen Zonen. Die erste der erwähnten Zonen ist schon durch die Kanten der primitiven Form R gegeben; die Wichtigkeit der zweiten ist dadurch zu erklären, dass ein modificirtes Wachsthum am leichtesten an Ecken möglich ist, wie auch in der That die ersten Modificationen der mikroskopischen Krystalle die Abstumpfungen der Ecken von R sind, durch welche jene zweite Zone bestimmt ist. Um die relative Wichtigkeit dieser beiden Zonen genauer zu eruiren, muss man bei der Zählung das gemeinsame R, sowie ∞R, welches mit ersterem zusammen die zweite Zone bestimmt, auslassen; das beiden angehörige Rhomboëder $-\frac{1}{2}R$ muss wegen seiner Streifung zweifelsohne zur ersten gerechnet werden; endlich hat der Verf. auch $o R$ ausgeschlossen, da es eine Modification der Polecke von R darstellt und nicht in die eigentliche Entwickelung der Zone $R : \infty R$ gehört. Auf diese Weise erhält man 420 mal Formen in der Kantenzone von R und 179 mal solche in der letzterwähnten Zone.

Zwei Zonen von geringerer Wichtigkeit sind diejenigen, welche R $(10\bar{1}1)$ mit solchen Flächen von $-2R$ $(02\bar{2}1)$ und ∞R $(01\bar{1}0)$ bildet, die mit ihm nicht in derselben Rhomboëderzone liegen; die Axe der ersteren ist die kurze Diagonale der Flächen von R, die der anderen die Kante $+R : -R = (10\bar{1}1)\,(01\bar{1}1)$. Die häufigste Form in beiden Zonen ist die ihnen gemeinsame*) $-2R2$ $(13\bar{4}1)$. Nach diesen ist vielleicht die wichtigste Zone die der Kanten von $-\frac{1}{2}R\,(01\bar{1}2)$.

Die durch die hervorragendsten Zonen gegebenen Flächen sind zugleich diejenigen, welche bei regelmässigen Verwachsungen als Zwillingsebenen fungiren, nämlich $-\frac{1}{2}R\,(01\bar{1}2)$, $R\,(10\bar{1}1)$, $oR(0001)$, $-2R(02\bar{2}1)$ [nach Sella auch $-R$ $(01\bar{1}1)$ und $\frac{1}{3}$R $(10\bar{1}2)$].

Der Verf. hat für alle anscheinend sicher bestimmten Formen eine tabellarische Zusammenstellung ihres Vorkommens und eine solche ihrer Winkel gegeben, geordnet nach den oben erwähnten Zonen; die zweien derselben angehörigen Formen sind in beiden aufgeführt, die nicht in die Hauptzonen fallenden Gestalten sind nach der Länge der Hauptaxe geordnet.

A. Tabelle des Vorkommens.

a) Rhomboëder.

1) $R = (10\bar{1}1)$, s. oben.

2) $\frac{2}{3}$R $= (20\bar{2}3)$, in Levy's Atlas Fig. 134 durch seine Zonen bestimmt (L.'s Zeichen falsch).

*) $(13\bar{4}1)$ liegt in den Zonen $[10\bar{1}1, 1\bar{7}01]$ und $[\bar{7}101, 02\bar{2}1]$.

Digitized by Google

3) $\frac{1}{7}R = (40\bar{4}7)$ giebt Zippe als zweifelhaft an. Die Angabe Hessenberg's (Min. Not. — Senk. Ges. 4) über vermeintlichen Kalkspath vom Maderanerthal muss ausfallen, da der letztere sich später als Dolomit vom Binnenthal erwies.

4) $\frac{1}{2}R = (10\bar{1}2)$. Nur von Levy (No. 153) beobachtet.

5) $\frac{2}{5}R = (20\bar{2}5)$, nach Hessenberg vom Maderanerthal (fällt weg, s. unter 3).

6) $\frac{1}{4}R = (10\bar{1}4)$ kommt nach Zippe allein und in Combinationen vor, doch führt er nur eine von Bournon beschriebene Comb. an.

7) $oR = (0001)$, s. oben.

8) $-\frac{1}{10}R = (0.1.\bar{1}.10)$, an dem angeblichen Kalkspath vom Maderanerthal beobachtet (s. 3.), ist zu streichen.

9) $-\frac{1}{3}R = (01\bar{1}5)$ nach Levy als einfache Form von Offenbanya und in einer Comb. von Andreasberg; nach Frenzel (min. Lex.) in den »Papierdrusen« von Schneeberg, sowie von Gersdorf.

10) $-\frac{7}{20}R = (0.7.\bar{7}.20)$, an einer Comb. von Zalathna nach Peters (n. Jahrb. 1861).

11) $-\frac{2}{5}R = (02\bar{2}5)$ in Comb. an Kryst. von Freiberg durch Dauber bestimmt (s. G. vom Rath, Pogg. Ann. 132).

12) $-\frac{1}{2}R = (01\bar{1}2)$, s. Einleit.

13) $-\frac{3}{5}R = (03\bar{3}5)$ nach Zippe in einer Comb. mit $\infty R\,(10\bar{1}0)$.

14) $-\frac{2}{3}R = (02\bar{2}3)$ nach Zippe in einer von Hausmann beobachteten Combination: $-\frac{2}{3}R, \infty R, -2R$. In einigen Comb. von Agaëte nach Hessenberg.

15) $-\frac{4}{5}R = (04\bar{4}5)$: Levy Fig. 10, Breithaupt Fig. 213, Hessenberg (am Dolomit), Sella studi Fig. 71, Peters Jahrb. 1861, Zippe Fig. 65. Hauy giebt es bereits in 11 Combinationen an.

16) $-\frac{7}{8}R = (07\bar{7}8)$ Levy Fig. 113 und 121, G. vom Rath von Maxen bei Dresden.

17) $-R = (01\bar{1}1)$ ist weniger selten und wird von Levy und Zippe in einer Anzahl von Combinationen angeführt.

18) $-\frac{8}{7}R = (08\bar{8}7)$: Zippe Fig. 90, Hessenberg III, G. vom Rath Pogg. Ann. 132, und 155. Wie im Appendix gezeigt werden soll, ist diese Form auch statt $-\frac{8}{5}R$ einzusetzen bei Hessenberg VII. Fig. 3 und 6.

19) $-\frac{6}{5}R = (06\bar{6}5)$ von Andreasberg nach Naumann, Pogg. Ann. 16, von Bleiberg nach Hessenberg IV, 6.

20) $-\frac{5}{4}R = (05\bar{5}4)$ Levy No. 162, Zippe Fig. 11, Hessenberg IV, VIII, vom Rath Pogg. 132, Hauy Fig. 47, 51, 53, 76, 137.

21) $-\frac{4}{3}R = (04\bar{4}3)$ an einem Krystall von Agaëte nach Hessenberg.

22) $-\frac{7}{5}R = (07\bar{7}5)$ Levy No. 100, 115, 185, 176, Weiss Abh. der Berl. Ak. 1836, Websky, Tschermak's Mitth. 1872, 63 (v. Striegau), G. vom Rath, d. Zeitschr. 1, 605.

23) $-\frac{5}{2}R = (03\bar{3}2)$ ist einigermassen häufig; Levy erwähnt es an 20 Exemplaren, theils allein, theils in Comb., Hauy in sieben Combinationen.

24) $-\frac{11}{7}R = (0.11.\bar{11}.7)$ nach Zippe von Alston Moor, nach Hessenberg von Andreasberg.

Digitized by Google

25) $-\frac{1}{3}R = (0.13.\bar{1}3.8)$. Zippe giebt 11 Comb. nach Bournon; nach Hessenberg von Agaëte und Andreasberg.
26) $-2R = (02\bar{2}1)$ s. S. 612.
27) $-\frac{1}{4}R = (09\bar{9}4)$, nach Zippe sind die Bournon'schen Angaben hierüber unsicher, doch giebt Zepharovich (Min. Lex.) dieses Rhomboëder als einfache Form von Böhmisch-Leipa an.
28) $-\frac{5}{2}R = (05\bar{5}2)$ nach Zippe von Andreasberg, nach vom Rath von Elba und Iberg.
29) $-\frac{1}{9}R = (0.11.\bar{1}1.4)$ Zippe (nach Bournon) von Derbyshire, Levy No. 38, 97, 173.
30) $-\frac{7}{2}R = (07\bar{7}2)$ Hauy Fig. 49, 144; Zippe giebt 5 Comb. nach Bournon, Levy ebenso viele; findet sich nach vom Rath am oberen See, nach Zepharovich zu Lölling.
31) $-4R = (04\bar{4}1)$: Hauy Fig. 147, 64; Zippe Fig. 36 von Derbyshire; Hessenberg mit $4R$ von Bleiberg.
32) $-\frac{9}{2}R = (09\bar{9}2)$, die Abstumpfung der schärferen Polkanten von $R\frac{9}{8}$, von Andreasberg nach vom Rath.
33) $-5R = (05\bar{5}1)$ nicht selten; Hauy giebt 9 Comb., Levy 10 u. s. f.
34) $-6R = (06\bar{6}1)$ von Island (Hessenberg).
35) $-8R = (08\bar{8}1)$: Hauy Fig. 134, 150; Levy Var. 136; Zippe führt es von Gratz und aus England an.
36) $-11R = (0.11.\bar{1}1.1)$ giebt Zippe irrthümlich als von Levy gezeichnet an; Sella studi Fig. 71; Kokscharow Mat., von Agaëte nach Hessenberg.
37) $-14R = (0.14.\bar{1}4.1)$: Zippe führt es in 23 Comb. an, von denen 14 von Andreasberg, Levy in 11, deren 6 von der gleichen Lokalität; ausserdem erwähnen es Hauy, vom Rath, Kokscharow, Sella.
38) $\infty R = (10\bar{1}0)$, s. S. 612.
39) $28R = (28.0.\bar{2}8.1)$ fand Zippe an einem Stück von Alston Moor.
40) $18R = (18.0.\bar{1}8.1)$ vom Rath, Pogg. 132.
41) $16R = (16.0.\bar{1}6.1)$ giebt Zippe an in 3 Comb. von Derbyshire und 2 von Dufton, Scharff (Jahrb. 1861) vom Maderanerthal und von Andreasberg, Frenzel (min. Lex.) von Niederrabenstein bei Chemnitz und Oschatz in Sachsen.
42) $13R = (13.0.\bar{1}3.1)$: Hauy in 6 Comb. Levy an 16 Exemplaren, Zippe an 5 Combinationen, deren eine ($13R$, $-\frac{1}{2}R$) von 5 Fundorten; nach Des Cloizeaux von Andreasberg, nach vom Rath von Hausach in Baden.
43) $10R = (10.0.\bar{1}0.1)$: Island (Des Cloizeaux, Hessenberg), Lake Superior (G. vom Rath).
44) $7R = (70\bar{7}1)$: Hauy 1 Comb., Zippe Fig. 42, Levy 3 Comb., Sella, studi (Traversella).
45) $6R = (60\bar{6}1)$: Sella studi (Traversella).
46) $\frac{1}{2}R = (11.0.\bar{1}1.2)$: Levy Fig. 49, von Iberg, im Text falsch angegeben; Hessenberg IV.
47) $5R = (50\bar{5}1)$: nach vom Rath von Andreasberg.
48) $4R = (40\bar{4}1)$: s. S. 612.
49) $3R = (30\bar{3}1)$: Sella (Traversella).

Digitized by Google

50) $\frac{1}{2}R = (50\bar{5}2)$: Levy 2 Comb., Zippe (Harz), vom Rath (Lake Superior), Kokscharow, v. Zepharovich min. Lex., Peters Jahrb. 1861, 439.

b) Skalenoëder.

Kantenzone des primären Rhomboëder's:

51) $-\frac{1}{3}R3 = (12\bar{3}5)$: Hauy, Des Cloizeaux (Andreasberg).

52) $-\frac{1}{8}R5 = (23\bar{5}8)$: Levy (von Strontian in Schottland), Scharff Jahrb. 1862 (Lake Superior).

53) $\frac{2}{3}P2$ $(11\bar{2}3)$: Hauy in 3 Comb., Levy in 4, Hessenberg (Maderanerthal), Sella studi (Andreasberg).

54) $\frac{1}{10}R7 = (4.3.\bar{7}.10)$: Zippe in mehreren Comb., Hessenberg von Agaëte, Rath vom Nahethal, Peters von Andreasberg.

55) $\frac{1}{3}R\frac{11}{4} = (7.4.\bar{11}.15)$: vom Rath (Lake Superior), Hessenberg (Andreasberg).

56) $\frac{1}{4}R3 = (21\bar{3}4)$, die häufigste Zuschärfung der Polkanten von R; Hauy giebt es in 9, Lévy in 30 Comb., von denen 24 von Derbyshire, meist mit $R3$.

57) $\frac{1}{5}R\frac{7}{2} = (52\bar{7}9)$: Sella, Quadro 117 (Andreasberg).

58) $\frac{2}{5}R2 = (31\bar{4}5)$: Hauy (4 Comb.), Lévy, vom Rath, Zippe, Des Cloizeaux und Hessenberg führen es an, es scheint also nach $\frac{1}{4}R3$ die häufigste der Zuschärfungen der Polkanten von R zu sein.

59) $\frac{6}{11}R\frac{9}{5} = (7.2.\bar{9}.11)$: vom Rath (Bergenhill).

60) $\frac{1}{2}R\frac{5}{3} = (41\bar{5}6)$: Zippe (von St. Pancraz bei Prag und v. Andreasberg); Scharff, n. Jahrb. 1862, S. 70.

61) $\frac{1}{7}R\frac{8}{3}$ $(51\bar{6}7)$: Levy (3 Comb.); Zippe; Hauy.

62) $\frac{5}{8}R\frac{7}{5}$ $(61\bar{7}8)$: nach Hausmann und Hessenberg von Andreasberg.

63) $\frac{3}{5}R\frac{4}{3}$ $(71\bar{8}9)$: vom Rath (Lake Superior), Hessenberg (Andreasberg).

64) $\frac{7}{10}R\frac{9}{7}$ $(8.1.\bar{9}.10)$: Zippe (Andreasberg); vom Rath (L. Superior).

65) $\frac{1}{3}R\frac{7}{6}$ $(13.1.\bar{14}.15)$: vom Rath (v. d. Nahe); die Flächen waren corrodirt, daher die Messung nur approximativ, und die Form nicht sicher unterschieden von $(12.1.\bar{13}.4)$ und $(14.1.\bar{15}.16)$, welche nur c. 20′ beiderseits gegen jene geneigt.

66) $R\frac{19}{15}$ $(17.2.\bar{19}.15)$: Zippe und Hessenberg (Bleiberg), Schnorr (Zwickau), vom Rath (Ahrenthal in Tirol).

67) $R\frac{4}{3}$ $(71\bar{8}6)$: Zippe (unsicher): Hessenberg (Matlock und Andreasberg).

68) $R\frac{7}{5}$ $(61\bar{7}5)$: Hauy, Levy (Andreasberg), Zippe.

69) $R\frac{3}{2}$ $(51\bar{6}4)$: Hauy (3 Comb.), Levy, Zippe (3 Comb.), Scharff, Jahrb. 1862, v. Kokscharow.

70) $R\frac{5}{3}$ $(41\bar{5}3)$: Hauy (6 Comb.), Levy (5 Comb.), Zippe (3 Comb.), Scharff l. c.

71) $R\frac{9}{5}$ $(72\bar{9}5)$: Levy (2 Comb.), Hessenberg (Andreasberg), Des Cloizeaux (dto. und v. Pribram), Scharff l. c.

72) $R2$ $(31\bar{4}2)$: Monteiro, Journ. d. Mines, 1813, II, 194; Hauy (2 Comb.), Zippe (6 Comb. von Bräunsdorf bei Freiberg), Hessenberg (Agaëte, Island).

73) $R\frac{7}{3}$ $(52\bar{7}3)$: Hauy, Zippe.

74) $R3$ $(21\bar{3}1)$: s. S. 612.

Digitized by Google

75) $R\frac{1}{4}^3$ (17.9.$\bar{2}\bar{6}$.8): Zippe.
76) $R\frac{1}{3}^1$ (7.4.$\bar{1}\bar{1}$.3): Hauy (3 Comb.), Zippe nach Bournon; v. Zepharovich, Wien. Akad. 54.
77) $R4$ (53$\bar{8}$2): Levy, Zippe nach Hausmann, Sella (Traversella), vom Rath (Alston Moor, Ahrenthal in Tyrol).
78) $R\frac{1}{3}^2$ (8.5.$\bar{1}\bar{3}$.3): Zippe (2 Comb.), vom Rath (Ahrenthal), Hessenberg (Island), v. Kokscharow (2 Comb.).
79) $R5$ (32$\bar{5}$1): Etwa von derselben Häufigkeit wie $\frac{1}{4}R3$; Hauy giebt 14, Levy 15 Comb.
80) $R\frac{1}{3}^6$ (19.13.$\bar{3}\bar{2}$.6): Hessenberg (Andreasberg, nicht ganz sicher).
81) $R\frac{1}{3}^7$ (10.7.$\bar{1}\bar{7}$.3): Hauy, Hessenberg (Matlock), vom Rath (Arendal, Bergenhill).
82) $R\frac{1}{3}^9$ (11.8.$\bar{1}\bar{9}$.3): vom Rath (Andreasberg).
83) $R7$ (43$\bar{7}$1): Monteiro, Ann. d. Mines V, 3, 1820); Levy giebt 18 Comb., davon 13 von Andreasberg, Zippe 6; also eine ziemlich häufige Form.
84) $R9$ (54$\bar{9}$1): Hauy 8 Comb., Levy 4, Zippe 5, Hessenberg, vom Rath.
85) $R11$ (6.5.$\bar{1}\bar{1}$.1): Levy (7 Comb.), Zippe, vom Rath.
86) $R12$ (13.11.$\bar{2}\bar{4}$.2): Zippe giebt nach Naumann und Hausmann 9 Comb. an, seitdem ist jedoch die Form niemals beobachtet worden, so dass sie wohl etwas zweifelhaft sein dürfte. Z. giebt Nichts über die jener Bestimmung zu Grunde liegenden Beobachtungen, welche für die Sicherstellung der Form recht genau sein müssten, da ihre Winkeldifferenz gegen $R11$ und $R13$ nur c. 30′ beträgt.
87) $R13$ (7.6.$\bar{1}\bar{3}$.1): Levy (Farör), Zippe (Alston Moor), vom Rath (Arendal), Hessenberg (Matlock).
88) $R17$ (10.7.$\bar{1}\bar{7}$.1): Websky (Striegau).
89) $\infty P2$ (11$\bar{2}$0): s. S. 612.

Polkantenzone von $-2R$ (02$\bar{2}$1).

90) $\frac{3}{5}R3$ (42$\bar{6}$5): Levy (Derbyshire) mit falschem Zeichen: Weiss bestimmte es aus 2 Zonen.
91) $\frac{1}{4}R5$ (32$\bar{5}$4): Levy (Isère).
92) $\frac{1}{3}P2$ (22$\bar{4}$3): Levy (Andreasberg, Derbyshire), Hessenberg (Bleiberg, Island).
93) $-\frac{1}{5}R7$ (34$\bar{7}$5): Zippe, 1 Comb. nach Hausmann.
94) $-\frac{3}{7}R5$ (4.6.$\bar{1}\bar{0}$.7): Zippe.
95) $-\frac{1}{2}R3$ (12$\bar{3}$2): Levy (4 Comb.), Zippe (2 Comb.), Sella stud.
96) $-\frac{2}{3}R\frac{7}{3}$ (4.10.$\bar{1}\bar{4}$.9): Naumann, Poggend. Ann. 14, 236.
97) $-R\frac{5}{3}$ (14$\bar{5}$3): Hauy, Levy (2 Comb), vom Rath (Andreasberg).
98) $-\frac{8}{7}R\frac{8}{3}$ (2.10.$\bar{1}\bar{2}$.7): Wimmer, Clausthaler naturwiss. Verein Maja, 1854.
99) $-\frac{1}{4}R\frac{7}{5}$ (16$\bar{7}$4): Levy (4 Comb.).
100) $-2R\frac{3}{2}$ (15$\bar{6}$2): Levy (2 Comb.).
101) $-2R\frac{5}{3}$ (2.8.$\bar{1}\bar{0}$.3): Zippe (11 Comb. von Derbyshire nach Haidinger, 1 von Island, 1 vom Harz); die zweithäufigste Form der Zone.
102) $-2R2$ (13$\bar{4}$1): Die häufigste Gestalt dieser Zone, characteristisch für

Digitized by Google

den Kalkspath von Alston Moor; Levy giebt 20 Exempl. an, davon 11 der erwähnten Lokalität ($\frac{1}{2}$ aller von derselben herrührender Exempl.); Hauy (7 Comb.), Zippe (7 Comb.), v. Kokscharow, Hessenberg, Des Cloizeaux, vom Rath.

103) $-2R3$ (24$\bar{6}$1): Zippe (8 Comb.), Hessenberg (Bleiberg, zweifelhaft).

104) $-2R4$ (35$\bar{8}$1): Zippe.

Zone der Kanten $R:-R$:

105) $4R\frac{3}{2}$ (51$\bar{6}$1): Zippe (1 Comb.); Levy führt sie beim Dolomit an: Hessenberg (Agaëte); nach Scharff bestimmte Breithaupt diese Form an den Kernen gewisser Krystalle von Tharand.

106) $-\frac{1}{2}R5$ (23$\bar{5}$2): Zippe (4 Comb.), Hessenberg (Matlock).

107) $-R3$ (12$\bar{3}$1): Hauy, Levy und Zippe geben je eine Comb.

108) $-5R\frac{7}{5}$ (16$\bar{7}$1): Levy, Sella.

109) $-8R\frac{5}{4}$ (1.9.$\bar{1}$0.1): Zippe, vom Rath (Ahrenthal).

Anderweitige Formen:

110) $\frac{7}{6}P2$ (7.7.$\bar{1}\bar{4}$.12): Dieses Zeichen nimmt Des Cloizeaux für Hessenberg's $\frac{10}{9}P2$ (Maderanerthal).

111) $-\frac{10}{11}R\frac{8}{5}$ (3.13.$\bar{1}\bar{6}$.11): s. Appendix (Lake Superior).

112) $-R\frac{9}{5}$ (27$\bar{9}$5): Sella (Traversella).

113) $-\frac{8}{15}R3$ (8.16.$\bar{2}\bar{4}$.13): s. Appendix (Lake Superior).

114) $-\frac{5}{19}R\frac{17}{5}$ (6.11.$\bar{1}\bar{7}$.19): s. Appendix (Lake Superior).

115) $\frac{1}{3}R\frac{17}{3}$ (10.7.$\bar{1}\bar{7}$.9): s. Appendix (Agaëte).

116) $-\frac{4}{7}R\frac{10}{3}$ (14.26.$\bar{4}\bar{0}$.21): s. Appendix (Lake Superior).

117) $-\frac{22}{11}R\frac{40}{11}$ (29.51.$\bar{8}\bar{0}$.44): s. Appendix (Lake Superior).

118) $-\frac{1}{2}R4$ (35$\bar{8}$4): Hauy, Des Cloizeaux, vom Rath.

119) $-\frac{4}{5}R\frac{5}{2}$ (3.7.$\bar{1}\bar{0}$.5): Levy (nach Weiss und Zippe zweifelhaft).

120) $\frac{3}{5}R5$ (6.4.$\bar{1}\bar{0}$.5): s. Appendix (Agaëte).

121) $\frac{1}{2}R\frac{13}{3}$ (8.5.$\bar{1}\bar{3}$.6): s. Appendix (Agaëte).

122) $-\frac{7}{5}R\frac{11}{7}$ (2.9.$\bar{1}\bar{1}$.5): Sella (Traversella).

123) $-\frac{5}{4}R\frac{9}{5}$ (27$\bar{9}$4): Zippe (3 Comb.).

124) $-\frac{8}{7}R2$ (4.12.$\bar{1}\bar{6}$.7): Levy (4 Comb.), Zippe (1).

125) $-R\frac{7}{3}$ (25$\bar{7}$3): Naumann, Poggend. Ann. 14, Zippe.

126) $-\frac{1}{5}R3$ (4.8.$\bar{1}\bar{2}$.5): Hauy 2 Comb., Levy 12, Des Cloizeaux 1, vom Rath 2. Vielleicht die häufigste der nicht in Hauptzonen liegenden Formen.

127) $-\frac{8}{7}R\frac{9}{4}$ (5.13.$\bar{1}\bar{8}$.7): Levy (bei Zippe ist das Zeichen ungenau wiedergegeben, von Des Cloizeaux willkürlich vereinfacht).

128) $-\frac{8}{3}P2$ (44$\bar{8}$3): Zippe nach Mohs.

129) $-\frac{4}{7}R5$ (8.12.$\bar{2}\bar{0}$.7): Hessenberg (Derbyshire).

130) $-\frac{31}{21}R\frac{67}{31}$ (18.49.$\bar{6}\bar{7}$.21): vom Rath (Elba); es scheint unmöglich, für dieses complicirte Zeichen ein anderes zu substituiren.

131) $-\frac{20}{13}R\frac{11}{5}$ (12.32.$\bar{4}\bar{4}$.13): vom Rath (Bergenhill).

132) $-\frac{1}{3}R7$ (34$\bar{7}$2): Kokscharow.

133) $-\frac{7}{3}R\frac{5}{3}$ (7.28.$\bar{3}\bar{5}$.9): Hessenberg (Island).

134) $-4P2$ (22$\bar{4}$1): Hauy, Levy (3 Comb.).

135) $-R\frac{13}{8}$ (5.8.$\bar{1}\bar{3}$.3): Levy (1 Comb.).

136) $-\frac{1}{2}R9$ (45$\bar{9}$2): dto.

Digitized by Google

137) $\frac{1}{16}R2$ (24.8.$\bar{32}$.7): Levy (2 Comb.), Hessenberg (Derbyshire).
138) $\frac{1}{14}P2$ (7.7.$\bar{14}$.3): Zippe (1 Comb.).
139) $\frac{2}{5}R3$ (16.8.$\bar{24}$.5): Hauy (2 Comb.), Levy (3), Zippe. Nach $-\frac{1}{5}R3$ wahrscheinlich die häufigste Form dieser Abtheilung.
140) $-R5$ (23$\bar{5}$1): Hauy (1 Comb.).
141) $-\frac{1}{2}R10$ (9.11.$\bar{20}$.4): Hessenberg (Derbyshire).
142) $\frac{2}{3}R2$ (15.5.$\bar{20}$.4): Zippe (die von Des Cloizeaux vorgeschlagene Aenderung des Zeichens erscheint dem Verf. willkürlich).
143) $4R\frac{4}{3}$ (14.2.$\bar{16}$.3): Hessenberg (Agaëte), vom Rath (Lake Superior).
144) $\frac{1}{8}P2$ (8.8.$\bar{16}$.3): vom Rath (Andreasberg), Hessenberg (Agaëte).
145) $-\frac{5}{4}R\frac{25}{8}$ (9.14.$\bar{23}$.4): vom Rath (Nahethal).
146) $2R3$ (42$\bar{6}$1): Zippe (Derbyshire).
147) $6P2$ (33$\bar{6}$1): Hauy (4 Comb.), Levy dto., Zippe (1).
148) $-\frac{1}{2}R13$ (6.7.$\bar{13}$.2): Levy (2 Comb.).
149) $-4R\frac{5}{3}$ (4.16.$\bar{20}$.3): Hessenberg (3 Comb. von Island), vom Rath (v. d. Nahe und 2 Comb. vom Lake Superior), Des Cloizeaux (Island).
150) $\frac{19}{8}R\frac{55}{28}$ (42.13.$\bar{55}$.8): vom Verf. substituirt für das von v. Zepharovich (Wien. Ak. 54) gegebene Zeichen $\frac{19}{8}R\frac{19}{10}$ (551. 361.$\bar{9}\bar{1}\bar{2}$.100). Das Symbol des Verf. fordert die Polkantenwinkel 92° 27½′ und 25° 45½′, während Z. im Mittel fand: 92° 17′ resp. 25° 46′.
151) $4R2$ (62$\bar{8}$1): Levy (5 Comb.), Zippe (2), Hessenberg (Rossie, Agaëte).
152) $8P2$ (44$\bar{8}$1): vom Rath (Hausach in Baden, Alston Moor).
153) $4R3$ (8.4.$\bar{12}$.1): Zippe (1 Comb.).
154) $\infty P\frac{1}{2}$ (31$\bar{4}$0): Hauy.
155) $\infty P\frac{2}{3}$ (21$\bar{3}$0): Zippe, Bournon.
156) $-\frac{17}{28}R\frac{52}{17}$ (35.69.$\bar{104}$.56): s. Appendix.

B. Winkeltabelle*).

Rhomboëder.

Nr.	Zeichen nach Miller	Zeichen nach Naumann	Halber wahrer Polkantenwinkel	Neigung zur Hauptaxe	Neigung der Kante zur Hauptaxe
1	10$\bar{1}$1	R	52° 32′ 30″	45° 28′ 26″	68° 44′ 46″
2	20$\bar{2}$1	$\frac{1}{2}R$	61 35 6	56 40 10	74 47 58
3	40$\bar{4}$1	$\frac{1}{4}R$	64 50 6	60 35 25	74 15 35
4	10$\bar{1}$2	$\frac{1}{8}R$	67 28 30	63 44 46	76 8 47
5	20$\bar{2}$5	$\frac{1}{16}R$	71 27 57	68 28 0	78 50 22
6	10$\bar{1}$4	$\frac{1}{32}R$	78 1 56	76 8 47	82 58 14
7	0001	$0R$	90 0 0	90 0 0	90 0 0
8	0.4.$\bar{4}$.10.	$-\frac{1}{10}R$	85 7 27	84 21 59	87 10 35
9	01$\bar{1}$5	$-\frac{1}{5}R$	80 21 0	78 50 22	84 21 59
10	0.7.$\bar{7}$.20.	$-\frac{7}{20}R$	73 34 57	70 57 8	80 12 20

*) Diese Tabelle ist berechnet auf Grund des von den meisten Autoren angenommenen Werthes für den Polkantenwinkel von $R = 74° 55′$; sie enthält den bei der Rechnung meist benutzten halben wahren Kantenwinkel.

Digitized by Google

Nr.	Zeichen nach Miller	Zeichen nach Naumann	Halber wahrer Polkantenwinkel	Neigung zur Hauptaxe	Neigung der Kante zur Hauptaxe
11	$02\bar{2}5$	$-\frac{2}{5}R$	74° 27′ 57″	68° 28′ 0″	78° 50′ 31″
12	$04\bar{7}2$	$-\frac{1}{2}R$	67 28 30	63 44 46	76 8 47
13	$03\bar{3}5$	$-\frac{3}{5}R$	63 49 32	59 22 47	73 30 52
14	$02\bar{2}3$	$-\frac{2}{3}R$	61 35 6	56 40 10	71 47 53
15	$04\bar{7}5$	$-\frac{4}{5}R$	57 38 45	51 48 14	68 28 0
16	$07\bar{7}8$	$-\frac{7}{8}R$	55 32 14	49 12 8	66 39 22
17	$04\bar{7}1$	$-R$	52 32 30	45 23 26	63 44 46
18	$08\bar{8}7$	$-\frac{8}{7}R$	49 37 5	41 34 34	60 35 25
19	$06\bar{6}5$	$-\frac{6}{5}R$	48 34 49	40 11 25	59 22 47
20	$05\bar{5}4$	$-\frac{5}{4}R$	47 43 45	39 2 29	58 20 44
21	$04\bar{4}3$	$-\frac{4}{3}R$	46 25 8	37 14 44	56 40 10
22	$07\bar{7}5$	$-\frac{7}{5}R$	45 27 26	35 54 29	55 22 27
23	$03\bar{3}2$	$-\frac{3}{2}R$	44 8 56	34 8 5	53 30 15
24	$0.11.\bar{11}.7.$	$-\frac{11}{7}R$	43 18 10	32 49 33	52 13 17
25	$0.13.\bar{13}.8.$	$-\frac{13}{8}R$	42 42 43	31 57 26	51 17 16
26	$02\bar{2}1$	$-2R$	39 26 25	26 52 43	45 23 26
27	$09\bar{9}4$	$-\frac{9}{4}R$	37 52 12	24 45 43	42 1 18
28	$05\bar{5}2$	$-\frac{5}{2}R$	36 37 31	22 4 20	39 2 29
29	$0.11.\bar{11}.4.$	$-\frac{11}{4}R$	35 39 0	20 44 7	36 23 59
30	$07\bar{7}2$	$-\frac{7}{2}R$	33 42 44	16 9 11	30 4 57
31	$04\bar{4}1$	$-4R$	32 54 51	14 13 16	26 52 43
32	$09\bar{9}2$	$-\frac{9}{2}R$	32 20 45	12 41 43	24 15 43
33	$05\bar{5}1$	$-5R$	31 55 24	11 27 40	22 4 20
34	$06\bar{6}1$	$-6R$	31 21 32	9 35 28	18 40 14
35	$08\bar{8}1$	$-8R$	30 46 41	7 18 19	14 13 16
36	$0.11.\bar{11}.1.$	$-11R$	30 24 58	5 15 55	10 26 36
37	$0.14.\bar{14}.1.$	$-14R$	30 15 29	4 8 29	8 14 24
38	$10\bar{1}0$	∞R	30 0 0	0 0 0	0 0 0
39	$28.0.\bar{28}.1.$	$28R$	30 3 54	2 3 54	4 9 8
40	$18.0.\bar{18}.1.$	$18R$	30 9 24	3 18 24	6 25 35
41	$16.0.\bar{16}.1.$	$16R$	30 11 54	3 37 31	7 13 18
42	$13.0.\bar{13}.1.$	$13R$	30 17 56	4 27 32	8 51 52
43	$10.0.\bar{10}.1.$	$10R$	30 30 8	5 47 18	11 27 40
44	$70\bar{7}1$	$7R$	31 0 33	8 14 25	16 9 11
45	$60\bar{6}1$	$6R$	31 21 32	9 35 28	18 40 14
46	$11.0.\bar{11}.2.$	$\frac{11}{2}R$	31 36 19	10 26 36	20 14 7
47	$50\bar{5}1$	$5R$	31 55 24	11 27 40	22 4 20
48	$40\bar{4}1$	$4R$	32 54 51	14 13 16	26 52 43
49	$30\bar{3}1$	$3R$	34 52 12	18 40 14	34 3 5
50	$50\bar{5}2$	$\frac{5}{2}R$	36 37 31	22 4 20	39 2 29

Skalenoëder.

Nr.	Zeichen nach Miller	Zeichen nach Naumann	Halbe wahre Kantenwinkel: scharfe Polkante	stumpfe Polkante	Mittelkante	Neigung gegen die Hauptaxe: der scharfen Polkante	der stumpfen Polkante	der Mittelkante
	$04\bar{7}2$	$-\frac{1}{2}R$	67° 28′ 30″	90° 0′ 0″	22° 31′ 30″	76° 8′ 47″	63° 44′ 46″	63° 44′ 46″
34	$12\bar{3}5$	$-\frac{1}{3}R3$	72 21 58	81 46 19	27 1 35	68 28 0	–	84 21 39
52	$23\bar{5}8$	$-\frac{1}{5}R5$	73 36 34	79 9 25	28 3 16	66 39 22	–	86 28 19
53	$11\bar{2}3$	$\frac{3}{2}P2$	75 40 24	75 40 24	29 39 47	63 44 46	–	90 0 0
54	$4.3.\bar{7}.10$	$\frac{1}{10}R7$	72 57 41	72 18 18	30 50 56	–	61 31 4	87 10 35
55	$7.4.\bar{11}.15$	$\frac{1}{5}R\frac{11}{7}$	70 19 32	78 54 25	31 56 32	–	59 22 47	84 21 59
56	$21\bar{3}4$	$\frac{1}{4}R3$	69 2 20	79 41 46	32 27 9	–	58 20 44	82 58 14
57	$52\bar{7}9$	$\frac{1}{3}R\frac{7}{5}$	66 56 35	80 59 48	33 15 2	–	56 40 10	80 39 41

Digitized by Google

Nr.	Zeichen nach Miller	Zeichen nach Naumann	Halbe wahre Kantenwinkel scharfe Polkante	stumpfe Polkante	Mittelkante	Neigung gegen die Hauptaxe der scharfen Polkante	der stumpfen Polkante	der Mittelkante
58	$3\bar{1}\bar{7}5$	$\frac{3}{5}R2$	65° 48′ 44″	84° 59′ 49″	83° 50′ 38″	63° 44′ 46″	55° 22′ 27″	78° 50′ 22″
59	$7.2.\bar{9}.11$	$\frac{2}{11}R\frac{2}{3}$	64 0 29	82 48 25	84 17 48	-	-	77 21 49
60	$4\bar{1}\bar{3}6$	$\frac{1}{2}R\frac{1}{3}$	62 56 35	83 28 5	84 39 5	-	53 30 16	76 8 47
61	$5\bar{1}6\bar{7}$	$\frac{1}{3}R\frac{1}{4}$	61 19 4	84 29 25	35 10 22	-	52 13 17	74 15 35
62	$6\bar{1}7\bar{8}$	$\frac{1}{4}R\frac{1}{5}$	60 6 59	85 14 13	35 32 23	-	51 17 16	72 52 2
63	$7\bar{1}8\bar{9}$	$\frac{1}{5}R\frac{1}{6}$	59 13 28	85 48 22	35 48 21	-	50 34 41	71 47 53
64	$8.1.\bar{9}.10$	$\frac{1}{10}R\frac{1}{9}$	58 29 40	86 15 16	36 13 58	-	50 1 14	70 57 8
65	$13.1.\bar{14}.15$	$\frac{1}{15}R\frac{1}{14}$	56 24 25	87 33 38	36 34 23	-	48 24 3	68 28 0
	$10\bar{1}\bar{1}1$	R	52 32 30	90 0 0	37 27 30	-	45 23 26	63 44 46
66	$17.2.\bar{19}.15$	$R\frac{2}{15}$	51 28 41	85 47 41	44 8 30	55 22 27	40 11 25	-
67	$7\bar{1}8\bar{6}$	$R\frac{1}{3}$	51 17 49	84 52 30	45 36 40	53 30 15	39 2 29	-
68	$6\bar{1}7\bar{5}$	$R\frac{1}{4}$	51 10 28	84 0 8	47 0 40	51 43 14	37 56 48	-
69	$5\bar{1}6\bar{4}$	$R\frac{1}{5}$	51 2 54	82 46 35	48 58 21	49 12 8	36 23 59	-
70	$4\bar{1}5\bar{3}$	$R\frac{1}{6}$	50 57 39	80 56 25	51 56 6	45 23 26	34 3 5	-
71	$7\bar{2}9\bar{5}$	$R\frac{2}{5}$	50 58 28	79 38 9	54 3 14	42 39 46	32 21 27	-
72	$3\bar{1}4\bar{2}$	$R2$	51 5 28	77 54 54	56 52 18	39 2 29	30 4 57	-
73	$5\bar{2}7\bar{3}$	$R\frac{7}{3}$	51 26 10	75 33 38	60 46 44	34 3 5	26 52 43	-
74	$2\bar{1}3\bar{1}$	$R3$	52 18 55	72 12 8	61 29 16	26 52 44	22 4 19	-
75	$17.9.\bar{26}.8$	$R\frac{9}{8}$	52 38 43	74 15 48	68 7 11	24 51 50	20 39 59	-
76	$7.4.\bar{11}.8$	$R\frac{8}{3}$	53 9 53	69 57 57	70 24 22	22 4 20	18 40 14	-
77	$5.3.\bar{8}.2$	$R4$	53 32 47	69 6 52	71 55 58	20 14 7	17 19 25	-
78	$8.5.\bar{13}.3$	$R\frac{8}{3}$	53 58 50	68 28 27	73 14 16	18 40 14	16 9 11	-
79	$3\bar{2}5\bar{1}$	$R5$	52 30 40	67 18 49	75 22 12	16 9 11	14 13 16	-
80	$19.13.\bar{32}.6$	$R\frac{16}{3}$	54 46 44	66 45 31	76 14 55	15 7 37	13 24 56	-
81	$10.7.\bar{17}.3$	$R\frac{5}{3}$	55 1 28	66 20 35	77 1 56	14 13 16	12 41 43	-
82	$11.8.\bar{19}.3$	$R\frac{19}{3}$	55 27 23	65 44 39	78 21 18	12 41 43	11 27 40	-
83	$4\bar{3}7\bar{1}$	$R7$	55 49 24	65 4 58	79 26 18	11 27 40	10 26 36	-
84	$5\bar{4}9\bar{1}$	$R9$	56 38 47	63 54 22	81 44 54	8 51 52	8 14 24	-
85	$6.5.\bar{11}.1$	$R11$	57 12 18	63 10 2	83 14 0	7 13 18	6 48 4	-
86	$18.11.\bar{24}.2$	$R12$	57 25 8	62 53 36	83 47 33	6 36 31	6 15 45	-
87	$7.6.\bar{13}.1$	$R13$	57 36 14	62 39 45	84 16 0	6 5 27	5 47 18	-
88	$40.7.\bar{47}.1$	$R17$	58 8 28	62 0 58	85 36 35	4 38 11	4 27 32	-
89	$11\bar{2}0$	$\infty P2$	60 0 0	60 0 0	90 0 0	0 0 0	0 0 0	-
	$10\bar{1}\bar{1}1$	R	52 32 30	90 0 0	37 27 30	63 44 46	45 23 26	63 44 46
90	$4\bar{2}6\bar{5}$	$\frac{2}{3}R3$	61 47 9	76 49 37	45 9 54	51 43 14	45 23 26	78 50 22
91	$3\bar{2}5\bar{4}$	$\frac{1}{2}R5$	64 7 30	73 5 9	46 39 51	49 12 8	-	82 58 14
92	$2\bar{2}4\bar{3}$	$\frac{1}{3}P2$	67 56 49	67 56 49	48 43 11	45 23 26	-	0 0 0
93	$3\bar{4}7\bar{5}$	$-\frac{1}{3}R7$	64 3 17	70 50 40	49 57 52	-	42 39 45	84 21 59
94	$4.6.\bar{10}.7$	$-\frac{2}{3}R5$	62 28 1	72 3 3	50 23 33	-	41 34 24	81 58 43
95	$4\bar{2}3\bar{2}$	$-\frac{1}{2}R3$	58 41 34	74 56 27	51 12 34	-	39 2 29	76 8 47
96	$4.10.\bar{14}.9$	$-\frac{3}{5}R\frac{7}{3}$	55 57 25	77 3 30	51 37 59	-	37 14 44	74 47 38
97	$4\bar{4}5\bar{3}$	$-R\frac{5}{3}$	50 57 39	80 56 25	51 56 6	-	34 3 5	68 44 46
98	$2.10.\bar{12}.7$	$-\frac{2}{3}R\frac{7}{3}$	49 0 53	82 27 45	51 54 3	-	32 49 33	60 35 25
99	$4\bar{6}7\bar{4}$	$-\frac{1}{2}R\frac{7}{5}$	47 37 35	83 33 2	51 50 23	-	31 57 26	58 20 40
	$02\bar{2}1$	$-2R$	39 26 25	90 0 0	50 33 35	-	26 52 43	45 23 26
100	$15\bar{6}2$	$-2R\frac{3}{2}$	43 2 56	81 35 45	64 16 25	30 4 57	20 14 7	-
101	$2.8.\bar{10}.3$	$-2R\frac{5}{3}$	44 9 17	79 40 2	68 44 39	26 52 43	18 40 14	-
102	$1\bar{3}4\bar{1}$	$-2R2$	46 4 39	76 37 50	67 39 16	22 4 19	16 9 11	-
103	$2\bar{4}6\bar{1}$	$-2R3$	49 39 13	71 14 51	74 40 30	14 13 16	11 27 40	-
104	$3\bar{5}8\bar{1}$	$-2R4$	52 15 4	67 26 58	78 23 11	10 26 36	8 51 52	-
	$11\bar{2}0$	$\infty P2$	60 0 0	60 0 0	90 0 0	0 0 0	0 0 0	-
	$10\bar{1}\bar{1}1$	R	52 32 30	90 0 0	37 27 30	63 44 46	45 23 26	63 44 46
105	$5\bar{1}6\bar{1}$	$4R\frac{3}{2}$	40 4 51	81 11 53	66 39 37	16 9 11	10 26 36	26 52 43
106	$2\bar{3}5\bar{2}$	$-\frac{1}{2}R5$	57 17 16	68 51 53	64 15 14	30 4 57	26 52 44	-
107	$4\bar{2}3\bar{1}$	$-R3$	52 18 55	72 12 8	61 29 16	26 52 44	22 4 19	63 44 46

Digitized by Google

Nr.	Zeichen nach Miller	Zeichen nach Naumann	Halbe wahre Kantenwinkel: scharfe Polkante	stumpfe Polkante	Mittelkante	Neigung gegen die Hauptaxe: der scharfen Polkante	der stumpfen Polkante	der Mittelkante
	$13\bar{4}1$	$-2R2$	46° 4′ 39″	76° 37′ 50″	67° 39′ 46″	22° 4′ 19″	16° 9′ 41″	45° 28′ 36″
108	$16\bar{7}1$	$-5R\frac{7}{5}$	38 27 16	82 30 8	66 0 38	14 13 16	8 54 52	22 4 20
109	$4.9.\bar{1}3.4$	$-8R\frac{4}{3}$	35 39 38	84 49 14	64 31 23	10 26 36	6 5 27	14 13 16
	$10\bar{1}0$	∞R	60 0 0	90 0 0	60 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
	$21\bar{3}1$	$R3$	52 18 55	72 12 8	61 29 16	26 52 44	22 4 19	63 44 46
	$01\bar{1}1$	$-R$	52 32 30	90 0 0	37 27 30	68 44 46	45 28 26	-
110	$7.7.\bar{1}4.12$	$\frac{7}{6}P2$	69 19 56	69 19 56	44 55 18	49 12 13	49 12 13	0 0 0
111	$8.13.\bar{1}6.11$	$-\frac{13}{11}R\frac{13}{12}$	52 27 33	81 54 58	48 35 21	49 34 15	41 33 37	65 50 56
112	$27\bar{9}5$	$-R\frac{5}{2}$	50 58 28	79 38 9	54 3 14	42 39 46	32 21 27	63 44 46
113	$8.16.\bar{2}4.13$	$-\frac{8}{13}R3$	56 14 18	73 52 1	56 28 16	36 28 39	33 22 54	73 6 56
114	$6.11.\bar{1}7.19$	$-\frac{6}{19}R\frac{19}{5}$	57 1 6	72 43 36	57 16 39	38 25 44	33 5 30	74 40 34
115	$10.7.\bar{1}7.9$	$\frac{1}{9}R\frac{9}{7}$	60 7 28	69 35 32	57 52 18	34 3 5	37 14 46	80 39 49
116	$14.26.\bar{4}0.21$	$-\frac{1}{21}R\frac{21}{20}$	56 46 48	72 50 33	57 26 36	38 15 15	32 49 34	74 15 35
117	$29.51.\bar{8}0.41$	$-\frac{21}{41}R\frac{41}{40}$	57 13 38	72 4 21	58 7 7	37 19 53	32 23 49	75 10 35
118	$35\bar{8}4$	$-\frac{1}{4}R4$	57 38 16	71 16 1	58 55 5	36 23 59	31 57 26	76 8 47
119	$8.7.\bar{1}0.5$	$\frac{1}{5}R\frac{5}{4}$	53 40 0	75 17 25	57 49 20	37 56 48	30 48 29	68 28 0
120	$6.4.\bar{1}0.5$	$\frac{1}{5}R5$	58 59 3	69 54 34	59 10 53	35 54 29	32 21 29	79 50 22
121	$8.5.\bar{1}3.6$	$\frac{1}{6}R\frac{6}{5}$	57 28 12	70 21 41	60 54 24	34 3 5	30 4 57	76 8 47
122	$2.9.\bar{1}1.5$	$-\frac{1}{5}R\frac{5}{4}$	46 36 6	84 13 3	57 6 48	37 56 48	26 52 43	55 22 27
123	$27\bar{9}4$	$-\frac{1}{4}R\frac{4}{3}$	48 23 16	79 4 12	58 34 4	36 28 59	26 52 43	58 20 41
124	$4.12.\bar{1}6.7$	$-\frac{1}{7}R2$	49 48 3	77 33 15	58 33 2	35 21 35	26 52 43	60 35 25
125	$25\bar{7}3$	$-R\frac{7}{3}$	51 26 10	75 33 38	60 46 44	34 3 5	26 52 43	63 44 46
126	$4.8.\bar{1}2.5$	$-\frac{1}{5}R3$	53 48 55	72 49 47	62 19 51	32 21 27	26 52 43	68 28 0
127	$5.13.\bar{1}8.7$	$-\frac{1}{7}R\frac{7}{4}$	50 14 22	73 12 35	62 24 38	31 40 46	24 35 56	60 35 25
128	$44\bar{8}3$	$\frac{3}{4}P2$	62 45 10	62 45 10	66 18 2	26 52 44	26 52 44	0 0 0
129	$8.12.\bar{2}0.7$	$\frac{1}{7}R5$	56 29 27	68 24 17	66 56 33	26 52 43	23 55 8	74 15 35
130	$18.49.\bar{6}7.21$	$-\frac{3}{21}R\frac{21}{17}$	47 58 34	75 46 8	66 15 34	25 30 12	19 16 5	53 56 30
131	$12.32.\bar{4}4.13$	$-\frac{13}{13}R\frac{13}{12}$	48 9 27	75 30 47	66 34 57	25 12 16	19 7 36	52 48 30
132	$34\bar{7}2$	$-\frac{1}{2}R7$	57 17 51	66 5 46	70 59 33	22 4 20	20 14 7	76 8 47
133	$7.28.\bar{3}5.9$	$-\frac{1}{9}R\frac{9}{5}$	43 21 24	79 31 37	65 20 57	23 28 58	16 9 40	40 59 16
134	$22\bar{4}1$	$4P2$	61 19 22	61 19 22	73 41 19	18 40 14	18 40 14	0 0 0
135	$5.8.\bar{1}3.3$	$-R\frac{3}{2}$	58 58 50	68 23 27	73 14 16	18 40 14	16 9 11	63 44 46
136	$45\bar{9}2$	$-\frac{1}{2}R9$	57 32 44	64 34 36	75 0 3	17 19 25	16 9 11	76 8 47
137	$24.8.\bar{3}2.7$	$\frac{7}{8}R2$	45 35 45	76 30 44	68 53 59	19 32 6	14 13 16	41 34 24
138	$7.7.\bar{1}4.3$	$\frac{7}{3}P2$	60 59 21	60 59 21	75 55 7	16 9 12	16 9 12	0 0 0
139	$16.8.\bar{2}4.5$	$\frac{8}{5}R3$	50 27 26	71 26 17	72 44 32	17 34 39	14 13 16	51 43 14
140	$23\bar{5}1$	$-R5$	52 30 40	67 13 49	75 22 12	16 9 11	14 13 16	63 44 46
141	$9.11.\bar{2}0.4$	$-\frac{1}{4}R10$	57 40 40	64 3 28	76 26 26	15 39 25	14 39 37	76 8 47
142	$15.5.\bar{2}0.4$	$\frac{5}{4}R2$	45 20 15	76 26 51	69 36 40	18 0 4	13 2 46	39 2 29
143	$14.2.\bar{1}6.3$	$4R\frac{4}{3}$	38 4 48	83 32 36	64 6 25	18 40 14	11 27 40	26 52 43
144	$8.8.\bar{1}6.8$	$\frac{16}{8}P2$	60 45 58	60 45 58	77 37 16	14 13 16	14 13 16	0 0 0
145	$9.14.\bar{2}3.4$	$-\frac{1}{4}R\frac{23}{5}$	53 42 1	67 37 50	76 33 12	14 13 16	12 21 30	58 20 41
146	$42\bar{6}1$	$2R3$	49 59 13	71 14 51	74 40 30	14 13 16	11 27 40	45 23 26
147	$33\bar{6}1$	$6P2$	60 36 37	60 36 37	78 57 30	12 44 43	12 44 43	0 0 0
148	$6.7.\bar{1}3.2$	$-\frac{1}{2}R13$	58 1 58	63 0 44	79 29 32	12 2 49	11 27 40	76 8 47
149	$4.16.\bar{2}0.3$	$-4R\frac{5}{3}$	41 46 40	79 15 19	68 46 34	14 13 16	9 35 24	26 52 43
150	$42.13.\bar{5}5.8$	$\frac{29}{8}R\frac{13}{12}$	43 54 34	77 7 14	70 46 16	13 24 57	9 55 58	29 13 5
151	$62\bar{8}1$	$4R2$	44 28 22	76 14 24	72 3 59	11 27 40	8 14 25	26 52 43
152	$44\bar{8}1$	$8P2$	60 20 52½	60 20 52½	84 40 32	9 35 23	9 35 23	0 0 0
153	$8.4.\bar{1}2.1$	$4R3$	49 19 56	70 59 2	77 49 28	7 13 18	5 47 18	26 52 43
154	$31\bar{4}0$	$\infty P\frac{4}{3}$	76 6 6	76 6 6	73 53 54	0 0 0	0 0 0	0 0 0
155	$21\bar{3}0$	$\infty P\frac{3}{2}$	70 53 36	70 53 36	79 6 24	0 0 0	0 0 0	0 0 0
156	$35.69.\bar{1}04.56$	$-\frac{17}{35}R\frac{17}{16}$	56 20 25	73 40 17	56 39 23	39 14 35	33 16 34	73 19 44

Digitized by Google

Folgende Formen finden sich in der Literatur, wurden aber wegen Unsicherheit ihrer Bestimmung oder aus sonstigen, im Folgenden angegebenen Gründen ausgelassen:

$-\frac{1}{4}R$: Nach Zippe von Hausmann beob., ohne Angabe der Comb.

$\frac{3}{10}$R: Von Zippe nach Messungen von Bournon bestimmt.

$-\frac{8}{9}R$ Hessenberg (Lake Superior); dafür ist zu setzen $-\frac{8}{7}R$ (s. Appendix).

$-\frac{10}{7}R$: Websky (Striegau).

$\frac{10}{13}R$: Hessenberg (am Dolomit vom Binnenthal),

$-\frac{7}{4}R$: Hessenberg (Agaëte).

$-\frac{13}{5}R$: Zippe (gekrümmt ohne Messungen).

$\frac{13}{4}R$: Zippe nach Bournon.

$9R$: Hessenberg (Island); Ders. ersetzte dies Zeichen später durch $10R$.

$16R$: Hessenberg (Bleiberg).

$25R$: Ders. (Andreasberg).

$\frac{7}{3}R$: Bournon, Dufrenoy (ohne Angabe der Comb.).

$\frac{9}{5}R$: Zippe nach Messungen von Bournon.

$\frac{11}{7}R\frac{10}{11}$ und $\frac{5}{3}R\frac{20}{13}$ werden von Schnorr (Stud. ü. d. Min. v. Zwickau, 1874) angegeben, jedoch an Krystallen, welche keine genauen Bestimmungen zuliessen.

$R\frac{7}{4}$: nach Zippe von Hausmann notirt ohne Angabe der Comb.

$R15$: Zippe; nicht genau messbar.

$-\frac{7}{5}R\frac{9}{7}$: Dufrenoy (s. Zippe), Websky (von Striegau, mit gekrümmten Flächen).

$-\frac{5}{3}R\frac{17}{15}$: Dies Zeichen substituirt Zippe für $e\frac{3}{2}$ in Levy Fig. 122; letztere enthält aber so viel Widersprüche mit den von L. angegebenen Zeichen, dass sie besser ganz zu kassiren ist.

$-2R\frac{5}{2}$: Levy (s. Zippe).

$d\frac{1}{10}$ $d\frac{1}{21}$ $b\frac{1}{19}$ Levy ohne irgend nähere Angaben.

$d1$ $d\frac{5}{7}$ $b\frac{3}{5}$ Levy (s. Zippe).

$b\frac{1}{3}$ $d\frac{1}{3}$ $d\frac{1}{5}$ Levy; gekrümmt und nicht genau zu bestimmen.

$-\frac{3}{2}R\frac{7}{3}$, $-\frac{1}{3}R\frac{7}{5}$, $-\frac{7}{4}R\frac{25}{11}$, $-\frac{1}{3}R\frac{13}{8}$, $-\frac{1}{4}R\frac{71}{8}$, $3R\frac{25}{9}$, $10R\frac{17}{5}$, $\frac{17}{3}R\frac{23}{17}$, $\frac{11}{2}R\frac{19}{11}$ sind von Zippe dem Werke Bournon's entnommen; für die letzte Form setzt Des Cloizeaux $10R\frac{9}{5}$.

$\frac{154}{3}R\frac{35}{11}$: Zippe; die Flächen im Allgem. gekrümmt, also ein so complicirtes Zeichen nicht mit Sicherheit abzuleiten.

$-161R\frac{25}{23}$: Zippe; die benutzte Zone ist nicht sicher, weil ∞R ganz matt war und die einzige Messung ebenfalls nicht genau genug.

$2R\frac{11}{5}$ und $\frac{33}{35}R\frac{11}{4}$: Hessenberg (Rossie, St. Laurence *Co*, N. Y.): Berechnung und Beobachtung differiren zu stark; mit letzterer harmoniren besser die Zeichen $2R\frac{8}{3}$ und $R\frac{8}{3}$.

$-\frac{3}{5}R3$, $-\frac{17}{15}R\frac{37}{17}$, $-\frac{7}{8}R\frac{37}{11}$, $\frac{14}{27}R\frac{11}{3}$, $-\frac{22}{25}R\frac{13}{8}$, $\frac{1}{3}R\frac{23}{25}$ gehören zwei von Hessenberg beschriebenen Combinationen vom Lake Superior an, bei deren nochmaliger Untersuchung der Verf. jedoch jene Formen nicht bestätigen konnte. Dasselbe ist der Fall mit $-\frac{1}{3}R\frac{7}{2}$, $\frac{10}{31}R4$, $\frac{1}{5}R\frac{19}{8}$, $\frac{10}{17}R\frac{35}{9}$ von Agaëte und mit $-\frac{5}{4}R\frac{17}{11}$ von Andreasberg: s. Appendix.

$-\frac{1}{3}R15$ und $-8R5$ wurden von Hessenberg an 2 Krystallen von Andreasberg bestimmt, sind aber beide unsicher.

Digitized by Google

$-\frac{16}{15}R2$: vom Rath (Andreasberg; gekrümmt);
Des Cloizeaux setzt dafür $-R2$.

$\frac{6}{7}R3$: vom Rath (Bergenhill); giebt der Autor selbst nicht als sicher.

$-\frac{6}{5}R\frac{5}{3}$: Ders. (eben daher); stimmt nicht genügend mit den Messungen, namentlich mit denen zu $-\frac{7}{5}R$ und R.

$-\frac{11}{12}R\frac{7}{3}$: Dto. (s. diese Zeitschr. 1, 609), in Comb. mit $-\frac{12}{13}R\frac{24}{17}$ und $-\frac{17}{12}R\frac{73}{11}$. Die hier angegebenen Messungen sind nicht ganz mit einander vereinbar, namentlich giebt die Messung zu $-2R$, welches die Polkante der beiden letzteren Skalenoëder nicht abstumpft, etwas stumpfere Winkel, als sie der Abstumpfung entsprechen würde, was unmöglich ist. Wahrscheinlich handelt es sich in den zuletzt betrachteten Fällen um Flächen, welche nicht einheitlich sind, sondern aus mehreren, beim Wechsel der Krystallisationsbedingungen (für welche die Substanz ja so sehr empfindlich ist) neben einander ausgebildeten Flächen bestehen.

$\frac{1}{3}R23$. Sella (Quadro) ohne weitere Angaben.

$(d\frac{1}{21}\ d\frac{1}{15}\ b\frac{1}{29})$ oder $(d\frac{1}{10}\ d\frac{1}{14}\ b\frac{1}{9})$ Des Cloizeaux; das eine Zeichen ist im Text, das andere in der Fig. gegeben; die Flächen waren etwas gekrümmt.

$(d\frac{1}{6}\ d^1\ b\frac{1}{5})$ setzt Des Cloizeaux für $(d\frac{1}{39}\ d\frac{1}{5}\ b\frac{1}{32})$, welches er als von Levy herrührend angiebt; in Levy findet sich jedoch kein derartiges Zeichen.

$-\frac{4}{3}R\frac{17}{15}$: von Dana als zweifelhaft angegeben (von Rossie).

$-\frac{4}{3}R\frac{13}{9}$: gekrümmte Fläche, von Bauer bestimmt (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1874, S. 397).

Appendix.

Der Verf. hat mehrere von Hessenberg beschriebene Originalkrystalle von Neuem gemessen und Folgendes gefunden.

1. Kalkspath von Agaëte, Gran Canaria (Hess., Min. Not. 9, n. F. 6. Heft, S. 9). Fig. 3. Taf. XV stellt in zweimaliger Vergrösserung genau nach der Natur das Original der Fig. 4 Hessenberg's l. c. dar. Die grossen, durch die Streifung cylindrisch gekrümmten Seitenflächen bezeichnet H. als $\infty P2$, sie nähern sich aber da, wo ihre Kanten mit $4R$ parallel werden, der Lage von $R5$. Die Zeichen der Flächen $4R, R3, R, -\frac{3}{2}R$ und $-\frac{1}{2}R$ fand der Verf. übereinstimmend mit Hess. Dies war jedoch nicht der Fall mit den schmalen, anscheinend in die Zone zwischen R 3 und $-\frac{1}{2}R$ fallenden schmalen Flächen, für welche H. die Zeichen $\frac{10}{11}R4$ und $\frac{1}{5}R\frac{19}{3}$, allerdings nur als wahrscheinlich, angiebt. Der Verf. fand hier theils zwei, theils drei, gewöhnlich gerundete und ziemlich matte Flächen, unter denen sich nur einmal eine gut ausgebildete fand; diese ergab sich als $\frac{1}{3}R\frac{17}{3}$ mit den Winkeln:

	berechnet:	beste Messung:	weniger gute Mess.
$\frac{1}{3}R\frac{17}{3}$: R	21° 55′	21° 55′	21° 50′
— : $R3$	11 4	11 32	11 20 — 11° 28′

Zwischen dieser Fläche und $-\frac{1}{2}R$ erschien stets noch eine matte und gekrümmte Form, deren Polkante von R abgestumpft wurde, welche also $\frac{1}{3}P2$ sein musste; gemessen konnte nur approximativ werden.

$\frac{1}{3}P2 : R = 21° 53′$ (berechnet : 22° 17′).

Unter $\frac{1}{3}R\frac{17}{3}$ erschien noch eine Fläche, welche aber sehr variable Winkelwerthe lieferte.

Digitized by Google

Einen andern Krystall stellt Fig. 4, Taf. XV dar, an welchem die Rhomboëderzone, in Uebereinstimmung mit Hess., als bestehend aus $oR, R, 4R, \infty R, -11R, -\frac{1}{8}^3R, -\frac{1}{2}R, -\frac{2}{3}R$ (dazu noch $-\frac{4}{5}R$) bestimmt wurde. Die Kante $-\frac{1}{2}R : -\frac{2}{3}R$ ist gerundet, was in der Fig. durch eine Fläche angedeutet wurde. Ebenso wurden bestätigt die Skalenoëder der Polkantenzone von $4R$, nämlich $4R2, 4R\frac{3}{2}, 4R\frac{1}{3}, R3$, welche nicht immer sämmtlich in Combination treten; es fehlt oft $4R\frac{3}{2}$ oder dieses und $4R\frac{1}{3}$, wie in Fig. 4. In der Zone $4R2 : R3$ (der beiden in Fig. 4 unmittelbar links an $4R$ anliegenden Flächen) giebt Hess. $\frac{10}{17}R\frac{35}{9}$ an, welches jedoch dieser Zone nicht genügt; die letztere ist identisch mit $R3 : \frac{1}{2}R$ (Fig. 3) und liefert also eine Beziehung zwischen den beiden im Ansehen so sehr verschiedenen Combinationen. Die über $R3$ liegende Fläche ist wirklich der Zone angehörig, aber mit einer Krümmung, welche etwa durch die Flächen $\frac{1}{2}R\frac{1}{3}$ und $\frac{2}{3}R5$, von denen aber oft nur eine einen Reflex liefert, begrenzt ist.

	berechnet:	beobachtet:
$2R\frac{1}{3} : R3$	$7^0\ 48\frac{1}{2}'$	$7^0\ 34', 35\frac{1}{2}', 43'$
$\frac{2}{3}R5 : R3$	$9\ \ 58$	$9\ \ 52$
$\frac{1}{2}R\frac{1}{3} : R$	$81\ \ 7$	$81\ \ 16$
$- : -\frac{1}{3}R$	$32\ \ 40$	$32\ \ 28$

In Fig. 4 ist die häufigere Form $\frac{1}{2}R\frac{1}{3}$ eingetragen. Durch $4R2$ und $R3$ ist noch eine andere Zone bestimmt (links und rechts von $4R$ in der Fig.), welche jedoch nur gestreifte Flächen zeigte; unter diesen befand sich das schon von Hess. bestimmte $\frac{1}{3}^6P2$, welches an anderen Krystallen auch ziemlich gross erscheint.

Eine Untersuchung des von Hessenberg l. c. Fig. 2 abgebildeten Krystalls ergab die Richtigkeit der Bestimmung von $\frac{1}{10}R7$, während $-\frac{1}{2}R\frac{7}{2}$ sich als ganz unbestimmbar erwies.

2. Kalkspath vom Lake Superior (Hessenberg l. c. S. 1 und Fig. 6). Der Hess. sche Krystall ist in Fig. 5. Taf. XV von einer Seite dargestellt. An der Hinterseite tritt neben δ eine grosse glänzende Fläche, stufenweise absetzend und bis $-\frac{8}{7}R$ hinanreichend; β und γ fehlen, $-\frac{8}{7}R$ und R stossen unmittelbar an einander; zwischen letzterer und der linken R-Fläche der Figur liegt eine Polkante von $-\frac{1}{3}R3$ und über dieser schmale Flächen $\varepsilon, \beta, \beta_1$. $R, 4R$ und oR sind selbstverständlich richtig bestimmt; für H.'s $-\frac{8}{5}R$ muss jedoch $-\frac{8}{7}R$ gesetzt werden.

	berechnet:	beobachtet:
$-\frac{8}{7}R : R = (\bar{8}087) : (10\bar{1}1)$	$93^0\ \ 2'$	$93^0\ 3\frac{1}{2}',\ \ 3'$
$- \ \ - = (08\bar{8}7) : (10\bar{1}1)$	$42\ \ 42$	$42\ \ 42,\ \ 41$

In der Zone der letzteren Kante liegen fast alle Flächen des Krystalls. Am grössten ausgebildet erscheint $-\frac{4}{5}R3$ (von Hess. als $-\frac{7}{6}R\frac{21}{11}$ bestimmt), welches in der Zone mit $R\ 38^0\ 10'$ (beob. $38^0\ 14' - 38^0\ 23'$) bildet und dessen stumpfe Polkante $= 34^0\ 20'$ (beob. $34^0\ 21'$); zu diesem treten aber meist vicinale Flächen. $\beta = -\frac{8}{13}R3$ ist gestreift und nicht ganz scharf von γ getrennt; $\beta : R$ (links) i. d. Zone $= 60^0\ 44'$ ($60^0\ 51'$ beob.), $\beta : R$ (rechts) $= 34^0\ 12'$ ($34^0\ 10'$ beob.); $\gamma = -\frac{1}{4}R\frac{10}{3}$; $\gamma : R$ (Zone) $= 61^0\ 53'$ ($61^0\ 56\frac{1}{2}'$ beob.), $\gamma : R$ (rechts) $= 33^0\ 54'$ ($33^0\ 52\frac{1}{2}'$ beob.). Zwischen beiden waren angedeutet $-\frac{17}{28}R\frac{52}{17}$ und $-\frac{10}{17}R\frac{16}{5}$. Die gestreiften Flächen α und β_1 ergaben sich als $-\frac{10}{11}R\frac{8}{5}$ und $-\frac{17}{28}R\frac{52}{17}$ (auf der anderen Seite auch nachgewiesen, wie eben bemerkt); in der Zone : $\alpha : R = 51^0\ 43'$ (beob. $51^0\ 52'$), $\beta_1 : R = 60^0\ 57'$ (beob. $60^0\ 55\frac{1}{2}'$). Endlich $\varepsilon = -\frac{5}{9}R\frac{17}{5}$, mit den Winkeln $\varepsilon : R$ (rechts) $= 61^0\ 52'$ (beob. $61^0\ 54 - 56'$), $\varepsilon : R$ (links) $33^0\ 37'$ (beob. $33^0\ 37'$), liegt nicht genau

Digitized by Google

in jener Zone*); sie war auch auf der Rückseite des Krystalls nachzuweisen. Die hierselbst an δ anstossende, oben erwähnte Fläche $-\frac{2}{11}R\frac{10}{11}$ lag dagegen in der Zone und gab in derselben mit R 62° 45′ (beob. 62° 41′); von ihr würde in der gleichen Zone nur c. 1° abstehen die nach vom Rath für diesen Fundort so charakteristische Form $-\frac{1}{3}R4$, von welcher jedoch Nichts zu bemerken war. Θ ist eine Streifung in der Zone $-\frac{2}{11}R\frac{10}{11} : \delta$; letzteres ist eben, aber matt; es ergab ungefähr die Winkel von $\frac{1}{2}R\frac{1}{2}$.

An der von Hessenberg l. c. Fig. 3 abgebildeten Combination konnte der Verf. von $-\frac{2}{3}R$ keine Spur finden; dagegen erwies sich das obere Skalenoëder aus zwei sehr nahe stehenden Formen, den oben bereits bestimmten $-\frac{5}{9}R\frac{17}{8}$ und $-\frac{17}{16}R\frac{17}{17}$, bestehend, während das untere, übereinstimmend mit dem vorigen Krystall, dem Zeichen $-\frac{1}{5}R3$ entsprach.

3. Kalkspath von Andreasberg, nach Hessenberg (Min. Not. 11, n. F. 8, S. 17). Die Combination $-\frac{5}{4}R$, $-\frac{5}{4}R\frac{17}{11}$. Das Skalenoëder ergab Werthe, welche denen für $-\frac{14}{13}R2$ nahe kamen, ohne dass die Form jedoch wegen ihrer Oberflächenbeschaffenheit mit Sicherheit hätte bestimmt werden können.

Andere von Hessenberg beschriebene Combinationen von Rossie N. Y. und Andreasberg, welche einer Revision bedurft hätten (s. die Liste der zweifelhaften Formen), fanden sich in Dessen jetzt in Halle befindlicher Sammlung nicht mehr vor.

Die besprochenen Krystalle dürften nach dem Verf. den Zweifeln an der Gültigkeit des Gesetzes der einfachen Axenschnitte nicht zur Stütze dienen, da selbst dort, wo complicirte Indices erschienen, sie unter den, den betreffenden Zonen entsprechenden meist die einfachsten sind.

Ref. P. Groth.

22. A. Sadebeck (in Kiel): **Ueber die Krystallisation des Markasits und seine regelmässigen Verwachsungen mit Eisenkies** (Ann. d. Phys. und Chem. Erg.bd. 8, 625—664; im Ausz. Mon. ber. d. Berl. Akad. 1878, S. 15—23). Hierzu Taf. XV. Fig. 6—11. Der Verf. hat zunächst am Markasit von Littwitz in Böhmen einige Winkelmessungen vorgenommen und fand (von den bisherigen Angaben ziemlich abweichend): $l : l = (011)(01\bar{1}) = 78° 2'$ und $l : \underline{l}$ an einem Zwilling $= 56° 24'$; daraus folgt $(110)(1\bar{1}0) = 74° 55'$ und

$$a : b : c = 0{,}7661 : 1 : 1{,}2341$$

An englischen Speerkiesen ergab sich eine neue Form $\frac{1}{3}\breve{P}\infty$; $(025)(0\bar{2}5) = 52° 30'$ (berechnet: 52° 32′).

In Bezug auf die Ausbildung werden folgende Typen unterschieden:

1. Krystalle von Schemnitz (s. Naumann-Zirkel S. 268, 1. Fig.) mit den Flächen: $c=(111)P$, $M=(110)\infty P$, $l=(011)\breve{P}\infty$, $g=(101)\bar{P}\infty$, $P=(001)oP$; einer regulären Combination von Oktaëder, Dodekaëder und Hexaëder nicht unähnlich. Die wichtigsten Winkel, aus obigem Axenverhältniss berechnet, betragen:

$$(111)(1\bar{1}1) = 66° 7'$$
$$(111)(\bar{1}11) \quad 90 \quad 48$$

*) Während der Reflex von γ mit dem von β durch einen Lichtstreifen verbunden war, erschienen die von ε und β_1 ganz getrennt; da auch ihre Winkel um mehr differiren, als sonst am Krystall Beobachtung und Berechnung, so ist die verschiedene Bezeichnung der Flächen ε und γ wohl gerechtfertigt; die von β und β_1 erscheint dagegen auf eine zu geringe Winkeldifferenz basirt. Der Ref.

Digitized by Google

(111)	(11$\bar{1}$)	52	28
(101)	(10$\bar{1}$)	63	40
(101)	(011)	70	36
(110)	(011)	61	48

2. Typus: Kammkiese von Clausthal, Freiberg u. s. w. $\infty P(110)$ und $\breve{P}\infty(011)$ im Gleichgewicht. Die Combination derselben Flächen mit $oP(001)$ und nach letzterem tafelförmig findet sich zu Tavistook.

3. Speerkiese, d. h. Zwillinge, welche nur Brachydomen und die Basis erkennen lassen; von ersteren werden folgende, nebst den berechneten Winkeln ihrer oberen Kanten, aufgeführt:

$s = (012)\frac{1}{2}\breve{P}\infty : 63^0\ 39'$
$y = (025)\frac{2}{5}\breve{P}\infty : 52\ 52$
$b = (013)\frac{1}{3}\breve{P}\infty : 44\ 43$
$r = (014)\frac{1}{4}\breve{P}\infty : 34\ 18$

$(001)\ oP$ ist oft vorherrschend, $(010)\infty\breve{P}\infty$ tritt nur untergeordnet auf. Durch Hinzutreten der am 1. Typus erwähnten Formen entstehen Uebergänge des dritten in den zweiten.

Zwillingsverwachsungen.

1. Gesetz: Wie bekannt, ist die häufigste regelmässige Verwachsung beim Markasit diejenige nach $(110)\infty P$. Dieselbe kommt an allen drei Typen vor. Zwillinge dieser Art vom 1. Typus sind bereits 1811 von Bernhardi (Schweigger's Journ. 3, 56) beschrieben und abgebildet worden; sie finden sich, ausser bei Schemnitz, in ähnlicher Ausbildung auch bei Mineral Point in Wiskonsin.

Am 2. Typus haben die Verwachsungen, wenn $m(110)$ und $l(011)$ gleich gross ausgebildet sind, ein den Spinellzwillingen ähnliches Aussehen (Fig. 6, Taf. XV), häufig sind sie jedoch tafelartig nach der Basis oder die der Zwillingsebene parallelen Prismenflächen herrschen vor (s. Fig. 7); meist ist der ausspringende Winkel $m\ m$ nach aussen gekehrt und die Zwillingsbildung eine mehrfach nach derselben Fläche sich wiederholende, indem sich andere Zwillinge, namentlich solche von immer abnehmender Grösse, zu treppenförmigen Gebilden parallel ansetzen; es kommen auch eingeschaltete Zwillingslamellen vor, aber niemals so regelmässig, wie bei Kalkspath, Albit u. s. w. Bei einer Wiederholung der Zwillingsbildung mit geneigten Verwachsungsebenen (s. Fig. 10), wobei vier Krystalle den Kreis bis auf 60^0 schliessen, liegt stets der spitze Prismenwinkel nach innen.

Beim 3. Typus, Speerkies von Böhmen und aus den Kreidemergeln von Folkestone, Misdroy auf Wollin etc., ist der einspringende Winkel der Prismenflächen häufig ganz durch das gestreifte Brachydoma l verdeckt, und letzteres bildet an der Zwillingsgrenze eine scheinbare rhombische Pyramide (s. die obere Ecke $l^I\ l^{II}$ von Fig. 8) mit den Polkanten $56^0\ 30'$ und $78^0\ 2'$. Schleift man an deren Spitze eine Pseudobasis an, so tritt die Zwillingsgrenze deutlich hervor, indem von den beiden Hälften der Schlifffläche die eine matter, die andere glänzender erscheint; dreht man um 180^0, so wird die vorher mattere Seite glänzender und umgekehrt. Auch an diesem Typus findet sich Wiederholung der Zwillingsbildung mit parallelen Verwachsungsebenen, besonders aber mit geneigten. In letzterem Falle erscheinen meist Vierlinge, welche da aufgewachsen sind, wo die Lücke sein würde (s. Fig. 9 mit Weglassung der Indiv. V und VI). Der Verf. beobachtete jedoch an englischen Krystallen, welche mit der Basis P aufge-

Digitized by Google

wachsen waren, auch eine Ausfüllung der Lücke durch zwei Krystalle V und VI (s. Fig. 9.), von denen sich V zu III, VI zu IV in Zwillingsstellung befindet, so dass die ganze Gruppe symmetrisch zur Zwillingsebene von I und II ist, — ferner eine Ausfüllung derart, dass V zu III und VI zu V in Zwillingsstellung — endlich eine auf einem Vierling aufgewachsene Drillingsgruppe, von welcher ein Krystall in Zwillingstellung gegen einen des Vierlings steht, also eine regelmässige Verwachsung von sieben Krystallen; niemals beobachtete dagegen der Verf. eigentliche Durchkreuzungszwillinge.

2. Gesetz: Zwillingsebene $(101)\,\bar{P}\infty$. Krystalle der Combination (001) (111) (011) von Freiberg, nach diesem Gesetz an einander gewachsen, zeigten ausserdem noch die Anlagerung anderer Individuen nach dem 1. Gesetz an einen oder beide Krystalle. Dieselbe Erscheinung beobachtete bereits Mohs an einem Vierling, an welchem zwei nach (101) verwachsene Krystalle je einen anderen, nach (110) symmetrisch, trugen, welche beide letzteren zu einander nach einer Ebene symmetrisch sind, welche nicht viel von einer Pyramide (154) abweichen würde, aber natürlich nicht krystallonomisch ist. Solche Doppelzwillinge kommen auch bei englischen Speerkiesen vor.

Krystallbau.

Die Brachydomen sind stets parallel *a* gestreift und gehen oft durch gekrümmte Flächen in einander über; die Streifen setzen häufig ab und sind nicht immer genau parallel. Bei den Schemnitzer Krystallen zeigt sich eine horizontale Streifung der Prismenflächen und eine Rundung derselben nach der Pyramide (111) zu. Durch Schaalenbildung entstehen sehr häufig auf den Brachydomen Absätze, welche eine Kerbung an der Zwillingsgrenze der Speerkiese, oder, wenn die aufgelegten Schaalen nicht genau parallel sind, eine veränderte Gestalt der Speerspitze hervorbringen. An der letzteren legen sich oft die Schaalen auf den vier *l*- Flächen beider Krystalle so auf, dass sie den mittleren Theil der erwähnten Flächen frei lassen; dann entstehen Formen, welche den Doppelzwillingen des Harmotom sehr ähnlich sehen. Tritt hierzu noch der Umstand, dass durch Aenderung der Winkel die Speerspitze einer regulären Oktaëderecke ähnlich wird, so gleichen diese Skelette dann so sehr den bekannten Eisenkiesen von Gross-Almerode in Hessen, dass sie leicht mit Pyrit zu verwechseln sind. Eine analoge Skelettbildung, bei welcher aber die Balken aus Zwillingsecken bestehen, zeigt sich an den Vierlingen. Bei den tafelförmigen Verwachsungen beobachtet man dagegen hervorragende Wülste an der Grenze der Doppelzwillinge. Kammkiesartige Bildungen entstehen auch ohne Zwillingsverwachsungen, indem sich eine Reihe von Krystallen mit je einer Prismenfläche nahe parallel an einander lagert, wobei dieselben häufig um die Verticalaxe etwas gegen einander gedreht sind, also nur ihre Basen parallel sind. Nach (001) tafelartige englische Krystalle zeigen sich manchmal garbenförmig aufgeblättert, wie Desmin, wobei die Makrodiagonale der Einzelindividuen parallel geblieben ist. Es sind also bei diesen Abweichungen von der gleichen Orientirung mit einander verwachsener Krystalle grade diejenigen Axen parallel, welche es auch bei der Zwillingsbildung sind. Ausserdem kommt aber auch Abweichung vom Parallelismus in unregelmässiger Weise vor, so dass die mannigfaltigsten Gruppirungen entstehen.

Regelmässige Verwachsungen von Markasit mit Eisenkies.

1. Gesetz: Verticalaxe des Markasit parallel einer Hauptaxe des Pyrit; eine der beiden andern Hauptaxen des letztern ist parallel einer Kante *m* (110):

Digitized by Google

c (001) des Markasit. Dieses Gesetz findet sich sehr schön bei den böhmischen Krystallen, und zwar sind auf die Basis von Markasitzwillingen Eisenkieswürfel so aufgewachsen, dass ein Flächenpaar derselben parallel der Basis des Speerkieses, das zweite parallel der Zwillingsebene des letzteren ist (s. Fig. 11 Taf. XV). Stellt man die oben beschriebenen Skelettbildungen des Markasit entsprechend den ihnen so ähnlichen des Eisenkies von Gr.-Almerode, so ist die Stellung beider genau dieselbe, wie sie in dieser regelmässigen Verwachsung verbunden sind. An Krystallen von Freiberg kommt dasselbe Gesetz ebenfalls vor, hier sind aber Markasitzwillinge auf einen grösseren Würfel von Pyrit aufgewachsen (Fig. 6).

2. Gesetz: Die Basis des Markasit parallel einer Hexaëderfläche des Pyrit, wie oben, aber eine der beiden Diagonalen derselben Würfelfläche ist parallel der Axe a des rhombischen FeS_2. Diese Verwachsung findet sich am deutlichsten zu Littwitz in Böhmen in der Weise, dass ein Pyritoktaëder mit abgestumpften Ecken umgeben ist von Speerkies oder auf demselben aufsitzt, wobei die Kante (100) (111) der Brachydiagonalen des Markasit parallel ist (s. Fig. 8); da hierbei die betreffenden Theile $l^I\,l^I$ zu beiden Seiten dieselbe Lage haben, so bildet der Markasit hier gleichsam einen Durchkreuzungsdrilling, wie er sonst nicht vorkommt. Von den beiden anderen, in unregelmässigen Kanten zusammenstossenden Krystallen II und III kann auch der eine bedeutend vorherrschen. Durch Schliffe liess sich nachweisen, dass der Eisenkies oft tief in den Markasit hineinragt und mit ebenen Flächen gegen denselben abschneidet, so dass eine abwechselnde Bildung beider angenommen werden kann. Dasselbe Gesetz der regelmässigen Verwachsung wurde auch an einem Hexaëder von Eisenkies beobachtet, welches auf einen tafelförmigen einfachen Markasitkrystall (Comb. = d. 2. Fig. Naumann-Zirkel, S. 268) von Tavistock aufgewachsen war.

Am Schlusse seiner Arbeit giebt der Verf. eine Zusammenstellung der bisher beobachteten Gesetze regelmässiger Verwachsungen verschiedener Mineralien, welche sämmtlich das gemeinsam haben, dass gewisse Richtungen der beiderlei mit einander verbundenen Krystalle parallel sind.

Ref. P. Groth.

28. H. Baker (in Manchester): **Krystallographische Untersuchung einiger Thionate** (Chem. News, **36**, 203, Nov. 2, 1877). Der Verf. hat folgende Salze gemessen:

1. Unterschwefelsaures Natrium $Na_2S_2O_6 + 2H_2O$.

Dieses Salz ist nach Heeren, dessen Angaben der Verf. allein kennt (und zwar aus Gmelin's Handbuch), untersucht worden von Grailich und von Lang (Wien. Akad. 27, 19), sowie von Des Cloizeaux (Nouv. Rech. 67). Es sind daher im Folgenden die Angaben der Letzteren denen des Verf.'s hinzugefügt worden. Die rhombischen Krystalle waren lang prismatisch durch Vorherrschen von (110) ∞P und zeigten ausser letzteren die Formen (101) $\bar{P}\infty$, (111) P, (121) $2\breve{P}2$.

Axenverhältniss:

$a : b : c =$ 0,9922 : 1 : 0,5981 Baker
0,9913 : 1 : 0,5999 Grail. v. Lang
0,9948 : 1 : 0,5993 Des Cloizeaux.

Digitized by Google

		Baker		Grail. v. Lang	Des Cloizeaux
		Berechnet:	Beobachtet:	Beobachtet:	Berechnet:
(110)	(1$\bar{1}$0)	89°33′	89°25′	89°30′	*89°42′
(101)	($\bar{1}$01)	62 9	62 3	62 22	62 8
(111)	(1$\bar{1}$1)	54 15	54 20	54 0	54 20
(111)	($\bar{1}$11)	54 42	54 31	—	54 40
(111)	(11$\bar{1}$)	98 49	—	—	—
(121)	(1$\bar{2}$1)	91 21	91 26	—	91 30
(121)	($\bar{1}$21)	42 17	42 20	—	42 12

2. Unterschwefelsaures Silber $Ag_2S_2O_6 + 2H_2O$.

Isomorph mit dem vorigen. Bis jetzt nur von Heeren gemessen, dessen Angaben nach Rammelsberg's kryst. Chemie, S. 76 hier beigefügt sind.

$$a : b : c = 0{,}9884 : 1 : 0{,}5811 \text{ Baker.}$$
$$0{,}9850 : 1 : 0{,}5802 \text{ Heeren.}$$

Die Krystalle des Verf.'s waren sehr kurz prismatisch und zeigten: $(101)\bar{P}\infty$, $(111)P$, $(110)\infty P$, $(121)2\breve{P}2$, $(100)\infty\bar{P}\infty$, $(010)\infty\breve{P}\infty$.

		Baker		Heeren
		Berechnet:	Beobachtet:	(v. Ramm. berechnet):
(110)	(1$\bar{1}$0)	89°20′	89°22′	89° 8′
(101)	($\bar{1}$01)	60 54	61 1	61 6
(111)	(1$\bar{1}$1)	53 13	53 9	53 6
(111)	($\bar{1}$11)	53 54	54 5	54 6
(111)	(11$\bar{1}$)	100 51	100 52	100 50
(121)	(1$\bar{2}$1)	90 6	90 2	89 58
(121)	($\bar{1}$21)	75 2	75 8	75 4

3. Isomorphe Mischung der beiden vorigen Salze $(Na, Ag)_2S_2O_6 + 2H_2O$ mit 32,0% Ag (die Verbindung $NaAgS_2O_6 + 2H_2O$ erfordert 33,0 Ag).

$$a : b : c = 0{,}9813 : 1 : 0{,}5856$$

Formen: $(101)\bar{P}\infty$, $(111)P$, $(010)\infty\breve{P}\infty$, $(110)\infty P$, $(100)\infty\bar{P}\infty$; (101) ist so vorherrschend, dass die Krystalle darnach prismatisch erscheinen, während das Prisma (110) nur klein ausgebildet ist.

		Berechnet:	Beobachtet:
(110)	(1$\bar{1}$0)	88°55′	89° 1′
(101)	($\bar{1}$01)	61 39	61 41
(111)	(1$\bar{1}$1)	54 30	54 37
(111)	(11$\bar{1}$)	100 12	100 14

Die Krystalle besitzen, wie das reine Na- und das Ag-Salz eine deutliche Spaltbarkeit nach $(110)\infty P$.

4. Trithionsaures Kalium $K_2S_3O_6$.

Die früheren Messungen dieses Salzes von de la Provostaye (s. Rammelsberg, kryst. Chem. 69) und Rammelsberg (ebenda, Suppl. 27) erwähnt der Verf. nicht. Er untersuchte rhombische Nadeln $(110)\infty P$, $(210)\infty\bar{P}2$, $(100)\infty\bar{P}\infty$, $(010)\infty\breve{P}\infty$, mit einem Doma $(011)\breve{P}\infty$, und fand*):

*) Zeichen und Axenverhältniss sind auf die von Rammelsberg gewählte Grundform bezogen. Der Ref.

Digitized by Google

$a : b : c = 0{,}7172 : 1 : 0{,}4204$
(0,7164 : 1 : 0,4245 de la Provost.)

		Baker Berechnet:	Beobachtet:	de la Provost.	Rammelsb.
(110)	(1$\bar{1}$0)	71° 18′	71° 12′	71° 14′	—
(210)	(2$\bar{1}$0)	39 28	39 31	39 25	38° 35′
(011)	(0$\bar{1}$1)	45 37	45 37	46 0	45 47

Ref.: P. Groth.

24. Pichard (in Paris): **Die alkalischen Eigenschaften der Magnesium-Carbonate und Silicate** (Alcalinité des carbonates et silicates de magnésie, libres, melangés ou combinés. Ann. de chim. et de phys. [5]. 15. 529. 1878.) Die Magnesiumsalze der Kieselsäure und Kohlensäure sind nicht neutral, wie an einer Reihe von Verbindungen gezeigt wird. Die Versuche sind sowohl an künstlichen Verbindungen ($MgCO_3 + 5H_2O$ und $MgCO_3$) angestellt worden, wie auch an den Mineralien: Giobertit (Griechenland, Algier), Dolomit, Talk, Diallag, Serpentin, Meerschaum, Pyroxen, Tremolit, Hornblende, Amianth, Steatit, Magnesiaglimmer, Turmalin — und alle zeigten gepulvert eine alkalische Reaction mit rothem Lakmuspapier und zwar trat die blaue Färbung um so rascher ein, je reicher die Verbindung an *Mg* war. Dagegen war die Reaction sehr schwach in allen Mineralien, welche nur geringe Mengen *Mg* enthalten (d. h. 0,18 — 0,35 %), so z. B. Kaliglimmer, Orthoklas, Leucit, Wollastonit, Edelforsit. Nicht die geringste alkalische Reaction wurde beobachtet bei *Mg*-freien, Kalk-, Thonerde-, Kalium-, Natrium-haltigen Mineralien wie Albit, Orthoklas, Epidot, Diaspor, Disthen. Die Kalksteine zeigen schon eine alkalische Reaction, wenn sie 0,001 $MgCO_3$ enthalten, dagegen ist Nichts von derselben in reinen Kalkspathen zu merken. Danach wäre es ein leichtes Mittel, um Kalksteine auf ihre Reinheit zu prüfen. Ausser dem Lakmus-Papier wurden als Reagentien schwache Lösungen von $HgCl_2$ und $CoCl_2$ verwendet, von denen erstere das zu prüfende Pulver (falls es alkalisch ist) röthlich, das zweite violettroth färbt, was manchmal blos nach dem Erwärmen sichtbar.

Ref.: A. Arzruni.

25. Qu. Sella (in Rom): **Ueber Didymwolframiat** (Sul tungstato di didimio. R. Acc. d. Lincei Ser. 3ª Transunti. Vol. III, 26 anno 1878—79). Die von A. Cossa*) künstlich dargestellten Krystalle dieser Substanz sind wahrscheinlich tetragonale Pyramiden. Sie sind von wachsgelber Farbe mit einem Stich ins Rosenrothe. Die Messung ergab für (111) (11$\bar{1}$) den approximativen Werth von 49° 40′. Der entsprechende Winkel ist beim Scheelit = 49° 27′ und beim Stolzit = 48° 35′. Sollte sich diese Isomorphie des Didymsalzes mit denen des Blei und des Calcium bei genauer Untersuchung bestätigen, so spräche sie für die bivalente Natur des Didyms. Nach Cannizzaro käme dem Didymoxyd die Formel Di_2O_3 zu, auf Grund der Bestimmung seiner spec. Wärme, während die Isomorphie des Didymsulfates mit demjenigen des Cadmiums zu der Formel *DiO* führt.

Ref.: A. Arzruni.

*) S. d. Zeitschr. 8, 448.

Digitized by Google

26. K. von Chrustschoff (in Heidelberg): **Einiges über den Cerro del Mercado bei Durango in Mexico.** Würzburg 1878. 60 S. Nach einer Literatur-Uebersicht und kurzen topographischen Einleitung werden zunächst die Eisenerze beschrieben, welche vorherrschend aus Magneteisen, dann auch aus Rotheisenerz, thonigen und kieseligen Eisenerzen bestehen. Der günstige Umstand, dass keinerlei Schwefelmetalle vorkommen, wird von Chrustschoff in Uebereinstimmung mit Weidner (Jahrbuch f. Mineralogie 1858. 785) betont. Das nur auf den höheren Theilen des Berges anstehende Magneteisen, sowie das bis in die Tiefe hinabreichende Rotheisenerz umschliessen zahlreiche scharfkantige Porphyrbrocken, die bald nur erbsengross sind, bald einen Umfang von mehreren Metern erreichen. Neben den alten Analysen von Boye werden vom Verfasser ausgeführte derselben Erze mitgetheilt. Mit Ausnahme einer Analyse weichen aber beide Reihen kaum von einander ab. Bei Erzen, die von wechselnder Zusammensetzung zu sein pflegen und die zu so verschiedenen Zeiten gesammelt sind (1858 und 1873), ist dies ein recht unerwartetes Resultat. Noch auffallender ist es, dass beide Reihen die gleichen Widersprüche zwischen Gesteinsbezeichnung und chemischer Zusammensetzung zeigen. In beiden stimmen die Analysen des Magneteisen auf 100, obwohl nur Eisenoxyd angegeben ist, und also entweder kein Magneteisen vorliegt, oder die Analyse einen Ueberschuss von 3—4 Proc. geben musste. In beiden ist ein Erz mit ½—1 Proc. Kieselsäure und Thonerde als thoniges Eisenerz bezeichnet, ein anderes mit 5—7 Proc. derselben Beimengungen dagegen als Rotheisenerz.

Hieran schliesst sich eine petrographische Beschreibung zunächst der dem Eisenmassiv angrenzenden Gesteine, dann auch einiger entfernterer. Es sind verschiedene Varietäten von Quarzporphyr, hornblendeführender Granit, Feldspathbasalt, Obsidian, Diabas. In einem plagioklas- und biotitfreien Quarzporphyr werden farblose Stäbchen und zugehörige basische Schnitte von rundlicher Form als Amphibol gedeutet, weil beide das Licht doppelbrechen und daher monoklin oder triklin sein müssten. In Folge dieser Eigenschaft allein könnte doch ebensogut ein rhombisches Mineral vorliegen. — Ein besonderes — ebensowohl mineralogisches als petrographisches — Interesse nimmt ein amphibolführender Quarzporphyr in Anspruch, da in demselben der Phenakit auftreten soll, welchen viele Autoren von Durango anführen, während das Vorkommen von anderen angezweifelt wurde. In einer aus Quarz und Feldspathpartikelchen bestehenden Grundmasse liegen Einsprenglinge von Orthoklas, Quarz, Hornblende, Biotit, Hämatit, Magnetit und von einem citronengelben Mineral, das als Phenakit gedeutet wird und sehr reichlich vertreten ist. Die langen sechsseitigen Durchschnitte zeigen eine ausgezeichnete Zonenstructur, indem farblose feine Striche die gelbe Hauptfärbung unterbrechen. An einem Individuum wurde rhomboëdrische Spaltung beobachtet. Ueber das optische Verhalten wird nur angegeben, dass es demjenigen des Quarz ähnlich sei, dass Pleochroismus fehle und dass die Interferenzfarben nahezu so lebhaft seien, wie beim Quarz. Die klaren und frischen Krystalle enthalten ausser zonal angeordneten Luftporen keinerlei Einschlüsse. Es ist zu bedauern, dass weder angegeben ist, ob basische, isotrop sich verhaltende Schnitte beobachtet wurden, noch dass versucht ist, die Beryllerde auf chemischem Wege nachzuweisen. Auffallend ist jedenfalls an so dünnen Schnitten die citronengelbe Färbung, welche auch auf der beigefügten Abbildung sehr lebhaft hervortritt, da doch selbst die grossen Krystalle von der Tokowaja noch farblos erscheinen, und intensiv gefärbte Phenakite überhaupt wohl nicht bekannt

Digitized by Google

sind; was natürlich nicht ausschliesst, dass solche bei Durango vorkommen*). Die gezeichneten Durchschnitte erinnern übrigens nicht gerade an solche, wie sie andere hexagonale Mineralien zu zeigen pflegen. Dieser phenakitführende Porphyr zeichnet sich auch noch durch zahlreiche radial aufgebaute Kugeln von Erbsen- bis Zollgrösse aus, welche sich theils aus Orthoklas allein, theils aus diesem, Plagioklas und Hornblende zusammensetzen. — Der hornblendeführende Biotitgranit ist meist mittelkörnig, wird aber in der Nähe des Magnetit feinkörnig und geht schliesslich in einen hornblendeführenden Quarzporphyr über, den Gänge von feinkörnigem Granit durchsetzen. An diesen Porphyr schliesst sich ein anderer an, der aus Quarz, Orthoklas, Magnetit und Sericit besteht. Die für letzteren angeführten mikroskopischen Eigenschaften sind genau die von Rosenbusch in seiner Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien angegebenen; das entscheidende Verhalten v. d. L. scheint nicht geprüft zu sein. — Glasreicher Feldspathbasalt durchbricht in Form eines kleinen isolirten Hügels die Porphyre. Er ist wie der Basalt von Auerbach an der Bergstrasse in Kugeln abgesondert, die von kalkigen Schalen umgeben werden. Die Humusdecke in der Nähe des Basalt ist reich an Obsidian-Stücken, welche trichitenreich, aber frei von Einsprenglingen sind. Ein nördlich vom Mercadoberge liegender Hügel besteht fast ganz aus Olivindiabas. Der Olivin ist in eine faserige Substanz umgewandelt, die an Kaliglimmer erinnert. Ein stark pleochroitisches Mineral (gelb, grün und braun, ohne Spaltung aber mit Faserung wird als ein Glied der Talkfamilie aufgefasst, bei dem kräftigen Pleochroismus wohl schwerlich eine richtige Deutung.

S. 44—50 finden wir die Mineralien angeführt, welche im Mercado-Gebiet aufgewachsen oder lose im Grus gefunden wurden: Es sind Magnetit, Hämatit, Quarz, Amethyst, Chalcedon, Opal, Phenakit, Pyknit, Flussspath, Eisenthongranat, Hornblende. Eindrücke im compacten Magnetit lassen schliessen, dass früher noch Kalkspath und Schwerspath vorhanden waren und vollständig fortgeführt worden sind. Bei den Krystallen werden zwar die Formen, aber keine Winkel angegeben, so dass man wohl annehmen kann, dass den Bestimmungen keine Winkelmessungen zu Grunde liegen. Uebrigens werden nur solche Formen erwähnt, welche gewöhnlich an diesen Mineralien vorzukommen pflegen. Vom Pyknit und Phenakit hat der Verfasser auch die Resultate einer chemischen Untersuchung mitgetheilt. Es ist sehr zu bedauern, dass nicht die angewandten Methoden hinzugefügt wurden. Dann wäre es dem Leser vielleicht möglich, Thatsachen zu erklären, die recht auffallender Art sind. Obwohl nämlich beide Mineralien z. Th. seltene, z. Th. schwer zu bestimmende Bestandtheile enthalten, so sind doch die Resultate fast identisch mit denjenigen, welche G. Bischof und Klaproth erhielten. Ist dies schon sehr auffallend, da man doch jetzt über bessere und genauere Methoden verfügt, als sie den genannten Chemikern vor so langer Zeit zur Verfügung standen, so erscheint es als ein ganz eigenthümlich waltender Zufall, dass Chrustschoff wie G. Bischof Kalk und Magnesia zusammen bestimmt hat und wie Klaproth keinen Ueberschuss bei der Analyse des Pyknit erhält, obwohl für den Fluorgehalt nicht die äquivalente Menge Sauerstoff in Abrechnung gebracht ist. Wir halten diese Uebereinstimmung für hinreichend bemerkenswerth, um den neueren Analysen auch die älteren hinzuzu-

*) Allerdings gibt Des Cloizeaux (Manuel de Minéral. I. 29) für den e. o. Strahl eine weingelbe bis nelkenbraune Farbe an. Dass die Abbildung aber nicht für diesen gilt, ersieht man aus der stark pleochroitisch geschilderten Hornblende, welche bei ihrer verschiedenen Lage im Dünnschliffe nicht gleichmässig gefärbt sein konnte, wenn das Colorit mit Einfügung des unteren Nicol angefertigt wäre.

Digitized by Google

fügen, welche Rammelsberg's Handbuch der Mineralchemie 1860. p. 553 und 566 entnommen sind.

	Phenakit: G. Bischof	Chrustschoff
Kieselsäure	54,40	54,71
Beryllerde	45,57	45,32
Kalk und Magnesia	0,09	0,14
	100,06	100,17

	Pyknit: Klaproth.	Chrustschoff.
Kieselsäure	43,0	42,97
Thonerde	49,5	50,65
Fluor	4,0	4,72
Eisenoxyd	1,1	0,92
Wasser	1,0	1,07
	98,6	100,33

Zum Schluss werden kurz die bisherigen Ansichten über die Entstehung der Erzmassen von Durango erörtert. Weidner hielt dieselben für eine vulcanische Erhebung, Burkart für eine Einlagerung. Chrustschoff spricht sich gegen beide Annahmen aus, meint aber, es müsse doch eine Art Eruption angenommen werden, nur keine gluthflüssige, sondern solche einer heiss flüssigen wässrigen Masse. Das Magneteisen sei in diesem Zustand durch Canäle emporgedrungen und habe sich oberhalb der Ausflussöffnungen ausgebreitet. Wie man sich diese Lösung von Magneteisen zu denken habe, wird nicht angegeben, und Referent muss gestehen, dass er sich kein Bild von den Vorstellungen des Verfassers hat entwerfen können.

Ref.: E. Cohen.

27. E. Mallard (in Paris): **Bravaisit, ein neues Mineral** (Bulletin de la Société mineralogique de France*), Avr. 1878, S. 5—8). In den Ablagerungen, welche die Kohlenflötze von Noyant (Allier) überlagern, findet sich mit Schichten von Kohle, bituminösem Schiefer und kieseligem Kalke eine dünne Zone einer grauen, schwach grünlichen Substanz von thonigem Ansehen und den Schichten paralleler, sehr fein schiefriger Textur. Dieselbe ist an den Rändern vollkommen durchsichtig und zeigt sich in dünnen Platten, parallel der Schiefrigkeit, zusammengesetzt aus sehr dünnen Fasern mit starker Doppelbrechung und ihrer Längsrichtung paralleler Auslöschung; die Fasern sind meist einander parallel, während ein kleiner Theil derselben senkrecht zu den übrigen zu stehen scheint. Im convergenten Lichte zeigen die Platten deutliche, symmetrisch zur Mitte des Gesichtsfeldes gelegene Hyperbeln und Spuren von Farbenringen; die Mittellinie ist negativ und der scheinbare Axenwinkel c. 40°. Die Fasern sind demnach zum grossen Theil von der gleichen optischen Orientirung und gehören fast sicher dem rhombischen Systeme an. Unter dem Mikroskop erscheint die Substanz

*) Die obige Zeitschrift wird seit April v. J. von der am 21. März 1878 gegründeten Soc. min. de France herausgegeben; sie enthält Berichte über die von den Mitgliedern in den Sitzungen gemachten wissenschaftlichen Mittheilungen und Literaturangaben über anderweitig publicirte mineralogische und krystallographische Arbeiten. Entsprechend den Sitzungen der Gesellschaft erscheint jeden Monat (mit Ausnahme der Zeit vom Juni bis October) eine Nummer des »Bulletin«.

Digitized by Google

homogen bis auf runde opake Körnchen, wahrscheinlich Pyrit. Sie ist im feuchten Zustande klebrig, fettig und seifenähnlich anzufühlen; trocken hat sie die Härte 1—2; spec. Gew. 2,6. Erhitzt giebt das Mineral Wasser und schmilzt leicht zu einer weissen Kugel; im Wasser ist es leicht zu suspendiren; angreifbar, aber nicht vollkommen zersetzbar durch Säuren. Chemische Zusammensetzung:

		Sauerstoff:		
SiO^2	51,4	27,50		9,16
Al^2O^3	18,9	8,80	10,00	3,33
Fe^2O^3	4,0	1,20		
CaO	2,0	0,57		
MgO	3,3	1,32	3,00	1
K^2O	6,5	1,11		
H^2O	13,3	11,80		3,93
	99,4			

Da ein kleiner Theil des Eisens der Gegenwart des Pyrit zugeschrieben werden kann, so entspricht die Analyse recht gut der Formel:

$$\overset{II}{R^2}Al^4Si^9O^{26} + 4H^2O,$$

welche sehr nahe steht der des Glaukonit (nach Haushofer), etwas weniger der des Pinit und des Karpholith.

Der Verf., welcher für das Mineral den Namen »Bravaisit« vorschlägt, betrachtet dasselbe als Glied einer Reihe von zeolithartigen Substanzen, welche sich von den eigentlichen Zeolithen dadurch unterscheiden, dass sie K^2O, MgO, FeO etc. statt des Na^2O, CaO, BaO etc. als Monoxyde, aber in demselben Verhältniss zu den Sesquioxyden, wie jene, enthalten; während die eigentlichen Zeolithe meist gut krystallisiren, bildet die in Rede stehende Gruppe meist kryptokrystallinische Aggregate.

Ref.: P. Groth.

28. A. Des Cloizeaux (in Paris): **Ueber einige neue Mineralien und Mineralvorkommen.** (Ebenda, S. 8). 1. Dawsonit Harrington. Gestreifte, sehr dünne Häutchen, gebildet von einem Aggregat farbloser durchsichtiger Nadeln, welche, wahrscheinlich monosymmetrisch, stark doppelbrechend sind und zwei optische Axen mit grossem Winkel in einer zur Längsrichtung der Nadeln senkrechten Ebene besitzen; sie zeigen ein schönes Ringsystem fast normal zu einer, der Längsrichtung parallelen, leichten Spaltbarkeit. Härte 3. Gew. 2,40. Mit Aufbrausen in Säuren löslich. Zusammensetzung: CO^2 29,88, Al^2O^3 32,84, Na^2O 20,20, K^2O 0,38, CaO 5,95, H^2O 11,91, SiO^2 0,40 (S. 101, 55). Ausfüllung der Spalten eines grauen Petrosilex, welcher in dem Trachyt von Montréal Adern bildet (Canadian naturalist, 8, No. 6, Aug. 1874).

2. Ganomalith Nordenskiöld (s. diese Zeitschr. 2, 307). Die weissen, in sehr dünnen Schichten durchsichtigen Körner dieser Substanz zeigen zwei optische Axen mit sehr kleinem Winkel.

3. Hyalotekit Nordenskiöld (s. ebenda). Ausser den beiden rechtwinkeligen Spaltungsrichtungen existirt noch eine dritte in derselben Zone; dieselbe ist weniger vollkommen. In sehr dünnen Schichten durchsichtig; optische Axenebene parallel der Zonenaxe der drei Spaltungsrichtungen; $2H = 98^0—99^0$ (roth); in Oel keine Dispersion bemerkbar.

4. Sipylit Mallet (s. diese Zeitschr. 2, 192). Das Mineral zeigt Spuren

Digitized by Google

einer Spaltbarkeit und ist in sehr dünnen Schichten rothbraun durchsichtig und einfach brechend.

5. (Ebenda, S. 28—31) Numeit (Liversidge). Diese aus Neu-Caledonien stammende Substanz bildet ebenso, wie die Garnierit genannte Varietät desselben (s. diese Zeitschr. 8, 106), eines der besten Nickelerze, scheint aber nicht als ein wohl definirtes Mineral betrachtet werden zu können, selbst wenn es warzige, durchsichtige Stalactiten von wachsartigem Bruche und homogenem Aussehen bildet. Es ist wesentlich ein mit veränderlichen Mengen NiO imprägnirtes wasserhaltiges Magnesiasilikat und bildet einen Gang im Serpentin, welch letzterer noch reichliche Reste von Olivin enthält. Die Unterschiede der Zusammensetzung selbst anscheinend homogener Stücke ersieht man aus folgenden Analysen: a) von Damour (schön grün gefärbte, glasig-zellige und mürbe stalaktitische Massen, spec. Gew. 2,87); b) von Garnier (sehr zerreiblich, hell smaragdgrün); c) von Demselben (weiss, meerschaumähnlich, bildet Adern in den grünen Massen):

	a)		b)	c)
SiO_2	42,61		44,40	41,80
NiO	21,91		38,61	—
MgO	18,27		3,45	37,38
CaO	—		1,07	—
Al_2O_3	—		1,68	—
Fe_2O_3	0,89	FeO	0,43	1,26
H_2O	15,40		10,34	20,39
	99,08		99,98	100,83

Im Glasrohr erhitzt, giebt das Mineral Wasser und wird schwarz: in Wasser entwickelt es Luftblasen und zerfällt. Mit Borax dunkelbraunes, mit Phosphorsalz orangegelbes Glas. Bei 300° leicht durch Schwefelsäure angreifbar, schwer dagegen durch Salpeter- und Salzsäure.

6. Adamin von Laurium. Seit seiner letzten Mittheilung (s. diese Zeitschr. 8, 104) erhielt der Verf. neue, in erdigen Limonit eingewachsene Krystalle, fast farblos, lebhaft diamantglänzend, nach der Axe b verlängert, mit den Flächen (210) (110) (120) (010) (101), von denen die vertikalen sehr gut messbar, die des herrschenden Makrodoma dagegen gekrümmt waren; die ersteren gaben Resultate, welche mit den für die chilenischen Krystalle berechneten Werthen sehr gut stimmen, wie folgende Vergleichung zeigt;

	beobachtet:	berechnet:
(210) (110)	18°20′	18°16½
(110) (1$\bar{1}$0)	88 20—30′	88 27

Eine andere Varietät des Minerals von demselben Fundorte, grosse hellgrüne Warzen mit krystallinischer Oberfläche und radialfasriger Struktur, auf Smithsonit, lieferte Hrn. Friedel bei der Analyse:

$As^2O^5 = 40,17$, $ZnO = 55,97$, $CuO = 0,64$, $FeO = 0,18$, $H^2O = 4,01$ (Summe 100,97).

7. Roscoelith (ebenda, S. 51, Juni 1878). Schwach durchsichtig, grün und braun; Pleochroismus sehr deutlich. Axenwinkel von mittlerer Grösse; Mittellinie, senkrecht zur Spaltungsfläche, negativ (Weiteres s. diese Zeitschr. 1, 91 und 2, 8).

Digitized by Google

29. E. Jannetaz (in Paris): **Apparat zur Messung der Wärmeleitungsfähigkeit** (Ebenda, S. 19, Mai 1878). Der Verf. hat seinen bereits früher (Ann. Chim. et Phys. 4. sér. 29. Bd.) beschriebenen, zur Ausführung genauer Messungen nach der Sénarmont'schen Methode eingerichteten Apparat, welcher auf der Anwendung eines durch den galvanischen Strom ins Glühen gebrachten Drahtes statt der durch eine Flamme erhitzten Spitze beruht, noch weiter verbessert. Die zu untersuchende Krystallplatte, mit einer Schicht von Wachs oder leicht schmelzbarem Fette überzogen, befindet sich auf einem Träger zwischen zwei senkrechten Metallsäulen; an letzteren ist ein horizontaler Querarm verschiebbar, welcher in der Mitte einen cylindrisch durchbohrten runden Trog von Kupferblech trägt, durch den kaltes Wasser circulirt und dessen Unterfläche der Krystallplatte so genähert wird, dass er die Wirkung der Wärmeausstrahlung seitens des durch jene cylindrische Oeffnung hindurchreichenden dünnen Platindrahtes verhindert. Dieser letztere besteht aus zwei Theilen, welche unten zu einer kleinen Kugel zusammengeschmolzen sind und deren jeder durch einen Kupferdraht mit einer Batterie von 3—4 Bunsen'schen Elementen in Verbindung gesetzt ist. Beide sind ferner durch eine isolirende Kautschukplatte mit einem zweiten höheren Querarm, welcher ebenfalls an den beiden oben erwähnten senkrechten Säulen verschiebbar ist, verbunden, und zwar können sie durch eine an letzterem horizontalen Träger befestigte Schraube langsam gehoben oder gesenkt werden. Um die Beobachtung auszuführen, senkt man die kleine, das untere Ende der Platindrähte bildende Kugel mittelst jener Schraube bis zur Berührung mit der Oberfläche der zu untersuchenden Platte und schliesst den Strom, worauf von der erhitzten Kugel aus die Wärme sich ausbreitet und das Wachs rings herum schmilzt; ist das Gleichgewicht der Temperatur hergestellt, so öffnet man den Strom wieder, schiebt den die Platindrähte tragenden Querarm in die Höhe, ebenso denjenigen mit dem Wasserbehälter, und hat nunmehr auf der Krystallplatte die bekannte elliptische Wärmeleitungsfigur. Man kann hierbei mit Platten operiren, deren Seiten nur 2—3 mm messen.

Ref.: P. Groth.

30. Damour (in Paris): **Ueber den Freyalith** (Ebenda S. 33—35, Juni 1878). Diesen Namen gab Esmark einem von ihm bei Brevik gesammelten Minerale, von welchem er eine, dem Verf. zur Untersuchung überlassene Probe an Hrn. Des Cloizeaux sandte. Das Mineral ähnelt manchen braunen Thoriten, hat harzartigen Glanz und ist in dünnen Schichten halbdurchsichtig; Strich gelblichgrau; ritzt schwach das Glas; spec. Gew. 4,06—4,17. Im Rohr erhitzt giebt es Wasser, decrepetirt und wird weiss; vor dem Löthrohr bläht es sich auf, bleibt aber ungeschmolzen. In der Phosphorsalzperle im Reductionsfeuer löst sich das Mineral und giebt ein opalartiges Glas, welches in der Oxyd.-flamme braun und nach dem Erkalten farblos und halb durchsichtig wird; setzt man Substanz bis zur Sättigung zu, so wird es milchweiss. Die Boraxperle ist im Red.-Feuer braun durchsichtig, kalt fast farblos und zeigt im Spectroskop einen Absorptionsstreifen an der Grenze von Roth und Orange (Didym); in der Oxyd.-Flamme wird die Perle zu gelblichweissem Email. Der Freyalith wird durch Säuren leicht zersetzt und giebt gelatinöse Kieselsäure; das von der letztern getrennte saure Filtrat liefert mit Oxalsäure einen weissen Niederschlag. Bei der Lösung mit Salzsäure entwickelt sich Chlor und die saure Flüssigkeit bräunt Curcumapapier schwach. Die Analyse konnte wegen der geringen Menge der zu Gebote stehenden Substanz nur approximativ ausgeführt werden; sie lieferte:

Digitized by Google

Kieselsäure	20,02
Ceroxydoxydul	28,80
Oxyde des Lanthan und Didym	2,47
Thonerde	28,39
Thorerde und Zirkonerde . .	6,34
Eisenoxyd	2,47
Manganoxydoxydul	1,78
Kali und Natron	2,33
Wasser	7,40
Flüchtige Bestandtheile . . .	0,82
	100,79

Diese sehr complicirte Zusammensetzung ähnelt derjenigen des Eukrasit Paijkull's (s. diese Zeitschr. 2, 308); man könnte sie ferner nahe stellen der des Thorit, wenn man eine Ersetzung eines grossen Theiles der Thorerde durch die Oxyde von Cer, Lanthan und Didym annimmt.

Ref.: P. Groth.

31. **A. Cornu** (in Paris): **Ueber eine mögliche Fehlerquelle bei goniometrischen Messungen** (Ebenda, S. 35—37, Juni 1878). Der Verf. macht darauf aufmerksam, dass durch die Reflexion an sehr kleinen Krystallflächen, ebenso wie beim Durchgang der Strahlen durch eine sehr enge Oeffnung, eine Divergenz derselben bewirkt und dadurch der virtuelle Focus des reflectirten Bildes näher gerückt wird, als es der Lage des Fadenkreuzes entspricht. Alsdann muss aber eine etwaige Excentricität der Fläche einen Fehler in der Messung bewirken. Die günstigsten Bedingungen, um diesen zu vermeiden, sind folgende:

1) Vollkommener Parallelismus des Collimators;

2) Fadenkreuz des Beobachtungsfernrohrs genau im Hauptbrennpunkt desselben, aus welchem es nie behufs der Erzielung besserer Bilder entfernt werden darf.

3) Die Krystallkante muss in der Verlängerung der optischen Axe des Fernrohrs liegen.

Ref.: P. Groth.

32. **A. Michel-Lévy** (in Paris): **Mineralien in den Sanden des Mesvrin bei Autun** (Ebenda, S. 39—41, Juni 1878). Die durch Waschen aus dem Sande dieses Flusses zu gewinnenden schweren Theile lassen mikroskopisch folgende Mineralien erkennen: Magneteisenerz (110); Zirkon*) in scharfkantigen prismatischen Combinationen (110) (111), manchmal mit (001), oft mit Hohlräumen von der Form der Pyramide (111); grüner Olivin; blassrother Granat in Körnern, deren Oberfläche mit regelmässig orientirten cubischen Hohlräumen bedeckt ist, welche den durch Flusssäure entstandenen Aetzfiguren gleichen; dunkelbrauner Titanit; Chromeisenerz in Dodekaëdern, welche von kochender Salzsäure nicht angegriffen werden; kleine braune Splitter von Turmalin; Sapphir in einzelnen Fragmenten mit unregelmässig vertheiltem blauen Pigment.

Ref.: P. Groth.

*) Derselbe stammt nach einer spätern Notiz des Verf. (ebenda, S. 77, Oct. 1878) aus dem Gneiss und den in demselben eingelagerten Amphiboliten.

Digitized by Google

33. Derselbe, Skapolith von Bamle (Ebend. S. 43—46, Juni 1878). Das Mineral bildet die körnige Grundmasse eines Gesteines*), welches ausserdem Magneteisen, Hornblende, Titanit und wenig Plagioklas enthält. Es wurde von den andern Bestandtheilen durch die Thoulet'sche Methode (mittelst einer Lösung von Kaliumquecksilberchlorid) geschieden und analysirt.

		Sauerstoff:		
SiO^2	59,66	31,82		6
Al^2O^3	22,65	10,58		2
CaO	7,32	2,09		
MgO	2,60	1,04	5,22	1
Na^2O	8,13	2,09		
	100,36			

Spec. Gew. 2,63. Wahrscheinlich enthält das Mineral auch etwas Fluor. Die Spaltbarkeit und die optischen Eigenschaften ergaben sich mit der Bestimmung als Skapolith übereinstimmend.

Ref.: P. Groth.

34. T. Fouqué (in Paris): **Hypersthen aus dem Bimsstein von Santorin** (Ebenda. S. 46—48, Juni 1878). Wenn man den pulverisirten Bimsstein von Santorin mit concentrirter Flusssäure behandelt und deren Wirkung zu einer bestimmten Zeit unterbricht, so erhält man einen aus kleinen, wohlerhaltenen Krystallen bestehenden Rückstand (3 gr. aus 100 gr. Bimsstein). Unter diesen befinden sich in grosser Zahl braune durchsichtige und stark pleochroitische Prismen von 0,1 mm Dicke und 0,7 mm Länge, welche durch ihre den Kanten parallelen Auslöschungen und durch die Messung der Prismenflächen (110, 100, 010, oft auch 310, 130, 120) als Hypersthen erkannt wurden. Die Endflächen waren für die Messung zu klein. Die Analyse ergab

SiO^2	49,8
Al^2O^3	2,3
Fe^2O^3	0,8
FeO	25,0
CaO	10,8
MgO	11,2
Na^2O	0,5
	100,4

Spec. Gew. 3, 485. Die Begleiter des Hypersthen's sind grüner Augit, Magneteisen und Feldspath.

Ref.: P. Groth.

35. E. Jannetaz (in Paris): **Hydrargillit und Gibbsit von Französisch Guyana** (Ebenda, S. 70—71, Juli 1878). Derbe, z. Th. oolithische, erdige

*) Wie der Verf. später mittheilt (Ebenda S. 79, Oct. 1878) ist dieses Gestein identisch mit dem »gefleckten Gabbro« von Brögger und Reusch (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1875), welche Autoren das weisse Mineral nach der Analyse für Labrador hielten. Ein gleiches, Skapolith führendes Gestein kommt auch zu Rigordsheien bei Risör, *NO* von Arendal vor. Wie bei Oedegarden in Bamle, findet sich auch der bairische Porzellanspath mit Orthoklas, Hornblende und Titanit in Lagern, welche zum Gneiss in naher Beziehung stehen.

Digitized by Google

Massen von weisser oder rother Farbe, welche aus den Alluvionen der kleinen Bai Boulanger bei Cayenne stammen und zur Ausstellung nach Paris gelangten, gaben bei der Analyse dreier Proben von verschiedenem Aussehen:

	I.	II.	III.
H^2O	33,5	29,2	19,65
Al^2O^3	64,4	63,3	12,11
Fe^2O^3	1,5	7,5	67, 8
MgO	1,0		
	100,4		

Ref.: P. Groth.

86. Baret (in Nantes): **Turmalingranit von Orvault** (Ebend. S. 71—72, Juli 1878). Bei Orvault, 10 km *NNO* von Nantes, durchsetzt den feinkörnigen Granit, durch einen grossen Steinbruch aufgeschlossen, ein mächtiger Pegmatitgang, welcher folgende Mineralien führt: Arsenkies in derben Massen, Dodekaëder von Granat, grüne durchsichtige Smaragden, in Glimmer eingewachsen, grosse Aquamarinkrystalle, endlich schwarze, blaue, grüne und rothe Turmaline. Von den letzteren tritt die blaue Varietät (Indigolith) in durchsichtigen indigofarbenen Krystallen auf; der grüne Turmalin geht durch alle Nuancen vom hellsten Grün bis zum tiefsten Schwarz; der Rubellit ist weit seltener und findet sich meist in kleineren Krystallaggregaten mit Uebergängen der Farbe in Grün, wie auf Elba. In die verbreitetste schwarze Varietät scheinen alle anderen Uebergänge zu bilden.

Ref.: P. Groth.

87. A. Des Cloizeaux und Damour (in Paris): **Cabrerit von Laurium** (Ebenda, S. 75—77, Oct. 1878). In den Galmeigruben von Laurium findet sich neben dem grünen Adamin (s. S. 636), jedoch weniger häufig, der bisher nur von der Sierra Cabrera in Spanien bekannte Cabrerit in kleinen Adern und Nestern von radialer Structur, eingewachsen in einem eisenschüssigen dolomitischen, mit Thon und Quarz gemengten Kalkstein, ganz ähnlich dem Muttergestein des spanischen Minerals. Man kann daraus Spaltungslamellen, ganz vom Ansehen derer des Erythrin, erhalten, begrenzt von zwei sich unter $54^2/_3$—55^0 durchschneidenden Flächen (entsprechender Winkel (100) (101) an der Kobaltblüthe 55^0 9′), denen feine Sprünge in den Lamellen parallel gehen. Ihre Isomorphie mit dem Erythrin zeigt sich selbst in den optischen Eigenschaften: die optische Axenebene und die negative Mittellinie sind normal zur Symmetrieebene; die erstere bildet für weisses Licht:

	Cabr. v. Laurium.	Cabr. v. Spanien.	Erythrin (neue Mess.)
mit (100):	35^0 55′	34^0 20′	34^0 12′
mit (101):	19 5	20 20	20 57

Dispersion der Axen, $\varrho > v$, und gekreuzte Dispersion recht deutlich. Axenwinkel in Oel (für Roth):

$2H = 105^0\ 30' - 106^0\ 32'$ (Laurium), $110^0\ 20' - 112^0\ 20'$ (Span.)

Hiernach ist die negative Mittellinie wahrscheinlich die zweite. Farbe schön apfelgrün, mit Perlmutterglanz auf der vollkommensten Spaltfläche. Härte 1. Spec. Gew. 3,11. Vor dem Löthr. unschmelzbar. Der Analyse (von Damour) ist zum Vergleich diejenige des spanischen Minerals von Ferber vorgesetzt:

Digitized by Google

	Span.	Laurium	(Sauerstoffverh.)		
As^2O^5	42,37	41,40		14,40	5
NiO	20,01	28,72	6,12		
CoO	4,06	Spuren	—	8,40	3
MgO	9,29	4,64	1,83		
FeO	—	2,01	0,45		
H^2O	25,80	23,11		20,54	8

Darnach ist auch die Formel des Cabrerit, wie die des Erythrin, $R^3As^2O^8 + 8H^2O$.

Ref.: P. Groth.

38. W. P. Blake (in New Haven, Connect.): **Vorkommen des Zinnobers in Californien und Nevada** (Ebenda, S. 81—84, Oct. 1878). Die californischen Zinnoberlagerstätten liegen in Sandsteinen und thonigen Schiefern der Kreide- und Tertiärformation. In Neu-Almaden sind es zahlreiche, unregelmässig verzweigte Gänge, aus derbem Zinnober, der vielfach das Nebengestein durchdringt, mit Kalkspath, Bitumen und selten mit Quarz, bestehend und sehr weit in die Tiefe sich erstreckend (bis 390 m aufgeschlossen). Ferner kommt das Erz in Krystallen in einem Halbopal, sowie gemengt mit Schwefel vor. In Nevada, auf der andern Seite der Sierra Nevada, befindet sich eine Reihe von Geysirs mit massenhaften Kieselablagerungen, welche ebenfalls Zinnober enthalten (die Gegenwart von Quecksilber in den isländischen Geisern hat bereits Des Cloizeaux nachgewiesen). Eine grosse Reihe von Handstücken dieser Vorkommen befand sich in der californischen Abtheilung der Pariser Ausstellung und ist jetzt Eigenthum der Ecole des Mines.

Ref.: P. Groth.

39. Damour (in Paris): **Zinkspinell von Brasilien** (Ebenda, S. 93, Nov. 1878). Das Mineral findet sich in den diamantführenden Sanden der Provinz Minas Geraes in kleinen Körnchen oder regulären Oktaëdern mit gestreiften Dodekaëderflächen, z. Th. Zwillingen des gewöhnlichen Spinellhabitus; durchsichtig, glasglänzend; Farbe bräunlich grün, auch blaugrün und selbst blau; gegen Kerzenlicht gehalten, erscheinen manche dunkelroth, andere blassrosa, andere grün, wie im Tageslicht. Spec. Gew. 4,52—4,56. Härte 8. V. d. Löthr. unschmelzbar; unlöslich in Säuren. 0,330 g der bei künstlichem Licht roth erscheinenden Körner lieferten:

		Sauerstoffverhältniss:		
Al^2O^3	59,41		27,67	3
ZnO	33,82	6,64	8,59	1
FeO	6,17	1,95		
Glühverlust	0,14			
	99,54			

Ref.: P. Groth.

40. E. Bertrand (in Paris): **Andalusit von Brasilien und Rubin von Siam** (Ebenda, S. 94—96, Nov. 1878). Das erstere Mineral kam dem Verf. zu in Form abgerollter Geschiebe, theils hell, theils dunkelgrün, welche den Quarz ritzen und nach einem Prisma von 89° 15′ spalten. Nach Hrn. Damour enthalten

Digitized by Google

dieselben SiO^2, Al^2O^3 und Spuren von *Fe* und *Mn* und haben das spec. Gewicht 3,16. Die opt. Axenebene ist (010), die 1. Mittellinie *c* (negativ), Axenwinkel in Oel 96° 32′ (im rothen Andalusit nach Des Cloizeaux 96° 30′). Einige Krystalle zeigten rauhe Flächen des Makrodoma, (101) (100) = 54½°. Pleochroismus stark (dunkelblaugrün bis grünlichgelb); senkrecht zu einer Axe geschnitten, lassen die Krystalle dunkelgrüne Büschel erkennen.

Unter einer grossen Zahl von Rubinen aus der Provinz Battambang in Siam fand der Verf. ziemlich viele mit optischer Zweiaxigkeit, von einer beginnenden Oeffnung des schwarzen Kreuzes bis zu einem scheinbaren Axenwinkel von 58°.

Ref.: P. Groth.

41. Derselbe, Methode zur Messung mikroskopischer Krystalle (De la mesure des angles diedres des cristaux microscopiques — Compt. rend. 85, 1175—1178, 17. Dec. 1877. De l'application du microscope à l'étude de la mineralogie — Bull. d. l. soc. min. d. France, S. 22—28, Mai 1878 und S. 96—97, Nov. 1878). Die Hauptschwierigkeit bei der Messung mikroskopischer Krystalle beruht auf der Unmöglichkeit, dieselben beliebig zu orientiren. Die Methode des Verf.'s macht diese Orientirung unnöthig auf Grund des folgenden geometrischen Princips: Wenn man die ebenen Winkel kennt, welche die Tracen einer Ebene auf drei, zu einander senkrechten Coordinatenebenen bilden, so kann man aus denselben die Neigung jener ersten Ebene gegen die drei Coordinatenaxen berechnen. Denken wir uns nun einen Krystall in einer beliebigen Weise auf einem Würfel befestigt, so wird jede Fläche in ihrer Verlängerung auf den drei in einer Ecke zusammenstossenden Hexaëderflächen drei Tracen bilden, welche mit den Würfelkanten sechs, paarweise complementäre Winkel einschliessen. Misst man nun für zwei Krystallflächen, deren gegenseitige Neigung gesucht ist, jene Winkel ihrer Tracen mit den Würfelkanten, so kennt man für beide die Neigungen gegen die Hexaëderflächen und kann hieraus die gesuchte gegenseitige Neigung berechnen. Seien a, b, c die drei ebenen Winkel, welche die Tracen der ersten Fläche mit den Würfelkanten bilden, α, β, γ die entsprechenden Werthe für die zweite Krystallfläche, so existiren zwischen diesen Grössen folgende Relationen:

$$\operatorname{tg} a = \cot b \cdot \cot c$$
$$\operatorname{tg} \alpha = \cot \beta \cdot \cot \gamma.$$

Es genügt also für jede Krystallfläche die Kenntniss zweier ebener Winkel, da der dritte aus diesen folgt. Aus diesen Grössen ergiebt sich mittelst der Formeln der sphärischen Trigonometrie der gesuchte Kantenwinkel in folgender Weise:

Seien a, b, α, β gemessen, so hat man:

$$\frac{\operatorname{tg} a}{\cos b} = \operatorname{tg} y \qquad \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} = \operatorname{tg} z$$

wo y und z die Neigungen der beiden Krystallflächen zu einer Würfelfläche sind. Mit diesen beiden Werthen und mittelst der Formel $\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} y \cos (b + \beta)$ erhält man schliesslich:

$$\cos x = \frac{\cos y \sin (z - \varphi)}{\sin \varphi}$$

wo x der gesuchte Krystallwinkel. Man kann denselben auch mit Hülfe folgender Formeln berechnen:

Digitized by Google

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{\sin \frac{1}{2}(b + \beta)}{\cos \frac{1}{2}(y + z)} \sqrt{\sin y \sin z}$$

$$\sin \frac{1}{2} x = \frac{\cos \frac{1}{2}(y + z)}{\cos \omega}.$$

Um nun die ebenen Winkel $a, b, c, \alpha, \beta, \gamma$ zu messen, setzt der Verf. auf den drehbaren und mit Theilung versehenen Tisch seines Mikroskopes einen zweiten, welcher ebenfalls um dieselbe Axe, wie der erste, drehbar ist und ausserdem durch Schrauben in zwei zu einander senkrechten Richtungen horizontal verschoben werden kann. Auf diesem zweiten Tische befindet sich, durch eine pincettenartige Vorrichtung festgehalten, ein kleines Hexaëder von Glas, auf welchem der zu messende Krystall befestigt wird. In dem Ocular des Mikroskopes ist ferner angebracht ein 6 cm hoher Cylinder von Flintglas, dessen Brechungsexponent den des Canadabalsams übertrifft, und welcher durch eine zu seiner Basis senkrechte Ebene in zwei Hälften getheilt ist; die beiden rectangulären Schnittflächen sind polirt und zwischen dieselben mit Canadabalsam eine gleich grosse, aber nur $^1/_6$ mm dicke Crownglasplatte, deren Brechungsexponent kleiner als der Canadabalsam, gekittet *). Dieser Cylinder ist so im Mikroskop befestigt, dass seine obere basische Fläche im Brennpunkt der oberen Ocularlinse liegt, dass seine Axe genau der Axe des Instruments entspricht, und dass endlich seine Schnittfläche genau mit der Symmetrieebene des letzteren zusammenfällt; alsdann erblickt der Beobachter zwei sehr nahe liegende parallele feine Linien, durch die Mitte des Gesichtsfeldes gehend. Der zwischen diesen gelegene schmale Zwischenraum, welcher sein Licht durch die dünne Crownglasplatte empfängt, kann nur dann hell erscheinen, wenn das Licht parallel der Schnittfläche des Cylinders einfällt. Ist dies nicht der Fall, so erleidet das Licht eine Totalreflexion an der Crownglaslamelle, der Zwischenraum zwischen den Linien ist nicht mehr erleuchtet, und von den äusseren Theilen erscheint entweder der rechte oder der linke heller, je nach der Richtung des einfallenden Lichtes. Um den Krystall geeignet zu beleuchten, stellt man vor das Mikroskop einen senkrecht und genau in der Ebene, welche durch die Mitte des Gesichtsfeldes, die des drehbaren Tisches und den Nullpunkt von dessen Nonius geht, gelegenen beleuchteten Spalt von 30 cm Höhe, durch welchen man den Krystall von einer horizontalen Richtung aus bis zu 70^0 Höhe beleuchten kann; legt man vor den Glaskubus auf den drehbaren Objecttisch einen kleinen Spiegel, so kann man auch noch Licht bis zu 70^0 nach unten geneigt auf den Krystall fallen lassen. So ist die Beleuchtung einer Krystallfläche immer möglich, wenn dieselbe mit der Ebene des Objecttisches einen zwischen 10^0 und 80^0 liegenden Winkel einschliesst. Da nach Obigem nur die Messung zweier von den drei Winkeln $a b c$ oder $\alpha \beta \gamma$ nöthig ist, so ist die Bestimmung der Fläche stets ausführbar, denn sollte dieselbe mit einer Würfelfläche einen Winkel bilden, welcher kleiner als 10^0 oder grösser als 80^0 wäre, so würde sie mit den beiden andern Winkel zwischen 10^0 und 80^0 einschliessen. Eine so beleuchtete Krystallfläche kann nun durch Bewegung des Objecttisches so gestellt werden, dass sie das Licht genau in der Ebene der beschriebenen dünnen Crownglaslamelle reflectirt und somit den Zwischenraum zwischen den beiden feinen

*) In der ersten oben cit. Arbeit (Compt. rend.) ist nur von einem durch eine Schicht von Canadabalsam in der Mitte getheilten Cylinder die Rede; die Einfügung einer Crownglasplatte, welche die Sensibilität der Beobachtung erhöht, ist erst in der zweiten oben citirten Arbeit beschrieben.

Der Ref.

Digitized by Google

Linien im Gesichtsfeld hell erscheinen lässt; alsdann ist, welches auch ihre Neigung gegen die horizontale Ebene sei, ihre Trace auf letzterer genau senkrecht zur Einfallsebene, d. h. zur Ebene des Cylinderschnittes.

Stellt man nun den Nonius des Objecttisches auf den Nullpunkt der Theilung, setzt den Glaskubus mit einer Fläche so auf jenen auf, dass eine seiner horizontalen Kanten mit der feinen Doppellinie im Gesichtsfeld zusammenfällt, und dreht alsdann, bis die Trace einer Fläche des auf dem Kubus befestigten Krystalls normal zu jenen Linien steht, so giebt die Ablesung direct den Winkel der Trace mit der horizontalen Würfelkante. Nach dem Verf. ist es für die Sensibilität der Einstellung günstig, wenn die Krystallfläche klein ist, weil sie dann, nach dem Centriren durch die horizontalen Schrauben des Objecttisches, nur Licht in der Axe des Instrumentes reflectirt. Andererseits ist es vortheilhaft, wenn die Fläche gross genug ist, um seitlich über die Doppellinie herauszuragen, weil dann beim Drehen ein Theil der Krystallfläche verschwindet; diese Erscheinung, verbunden mit der Aenderung der Beleuchtung des mittleren Theiles, gestattet eine Messung jener ebenen Winkel auf ca. 10′; macht man eine doppelte Ablesung, indem man von jeder Seite aus bis zum Eintritt der Dunkelheit des Intervalls zwischen den Doppellinien dreht, so kann man den möglichen Fehler auf 5′ reduciren. Messungen von Quarz-, Blende- und Kalkspathkrystallen von $^1/_{20}$—$^1/_{30}$ mm Grösse gaben bis auf 6′ genaue Resultate, während es möglich erscheint, Krystalle bis zur Kleinheit von $^1/_{100}$ mm herab zu messen (jenseits dieser Grenze würde es nicht mehr ausführbar sein, weil man alsdann ein Objectiv mit zu kurzer Brennweite anwenden müsste)*).

Um mit dem Mikroskop zugleich die optischen Eigenschaften doppelbrechender Krystalle untersuchen zu können, bringt der Verf. über dem unteren Nicol zwei Linsen von kurzer Brennweite an, durch welche somit auf den Krystall ein sehr stark convergentes Strahlenbündel fällt. Mit Hülfe einer über dem Objectiv des Mikroskopes anzubringenden achromatischen Linse von $3^1/_2$ cm Brennweite, welche mittelst einer Coulisse seitlich und mittelst eines Zahnrades auf und nieder zu bewegen ist, kann man alsdann ohne Aenderung des Objectivs alle Interferenzerscheinungen hervorrufen, zu denen sonst ein Polarisationsinstrument nöthig ist. Will man nämlich das Object im parallelen polarisirten Lichte bei 20facher Vergrösserung betrachten, so stellt man die achromatische Linse höher; will man convergentes Licht anwenden, so schraubt man sie abwärts bis dicht an das Objectiv heran; will man endlich mit einer 260fachen Vergrösserung beobachten, so schiebt man sie mittelst der Coulisse ganz bei Seite. Der Verf. empfiehlt hierzu das Objectiv No. 3 Nachet und das Ocular No. 1.

Ref.: L. Calderon.

42. F. Pisani (in Paris): **Wagnerit von Bamle in Norwegen** (Bull. soc. min. d. France, **2**, 43, Febr. 1879). Der Verf. erhielt einige der grossen, bis zu mehreren Kilogrammen wiegenden Krystalle des sogenannten »Kjerulfin«**), deren

*) Der Verf. giebt nicht an, in welcher Weise der Krystall auf dem Glaswürfel befestigt wird, eine Manipulation, welche gewiss nicht ohne Schwierigkeiten ist. Ohne die Brauchbarkeit der beschriebenen Methode in Abrede zu stellen, muss doch bemerkt werden, dass Krystalle, welche gestatten, sie isolirt zu befestigen, meist auch mit dem Reflexionsgoniometer noch gemessen werden können, selbst wenn ihr Durchmesser nur Bruchtheile eines Millim. beträgt. Der Ref.

**) Vergl. deren krystallographische Untersuchung d. W. C. Brögger, S. 474, nach welcher ebenfalls der Kjerulfin nur eine Varietät des Wagnerit darstellt.

Digitized by Google

Inneres grossentheils aus einer homogenen glasglänzenden gelben Masse bestand, welche sich als fast reiner Wagnerit erwies. Dieselbe war von trüben weissen Adern durchsetzt, welche viel Kalk enthalten und ein Gemenge mit Apatit darstellen, während die ganze äussere Kruste, manchmal aber auch das Innere fast ganz in Apatit umgewandelt erscheint. Die Analyse ergab:

MgO	34,7
CaO	3,1
P^2O^5	43,7
Mg	6,8
F	10,7
Rückstand	0,9
	99,9

Spec. Gew. 3, 12.

Diese Zusammensetzung entspricht vollkommen der Formel des Wagnerit und beweist, dass der Kjerulfin mit diesem identisch ist. Dafür spricht auch der gleiche Prismenwinkel beider Varietäten.

Ref.: P. Groth.

48. E. Bertrand (in Paris): **Ueber die Büschelerscheinung bei einaxigen Krystallen** (Ebenda, **2**, 67—70, März 1879). Während man bisher die sogenannten »Büschel« nur an zweiaxigen Krystallen beobachtet hat (s. die Arbeit des Herrn Bertin, diese Zeitschr. **3**, 449 f.), weist der Verf. nach, dass eine analoge Erscheinung auch bei einaxigen Krystallen existire. Hält man eine recht dünne basische Spaltungsplatte des tetragonal krystallisirenden Magnesiumplatincyanür sehr nahe an das Auge, so erblickt man, besonders deutlich auf einer gleichmässig weissen Wolkenschicht des Himmels, einen violetten, kreisrunden Fleck auf zinnoberrothem Grunde. Beleuchtet man die Platte mit polarisirtem Lichte, so erscheinen zwei rothe Büschel auf karminfarbigem Grunde, deren Richtung parallel derjenigen der Lichtvibrationen ist. Die Erklärung dieser Erscheinungen ist folgende: Das Magnesiumplatincyanür ist sehr stark pleochroitisch; eine der optischen Axe parallele dünne Platte absorbirt alle Farben ausser Roth, eine zur Axe senkrechte lässt Roth, Blau und Violett hindurch, bei grösserer Dicke jedoch ebenfalls nur Roth, wie die spektroskopische Untersuchung zeigt. Lässt man nun gewöhnliches Licht durch eine dünne Spaltungsplatte gehen, so müssen die parallel der Axe oder wenig dagegen geneigt sich fortpflanzenden Strahlen violett gefärbt erscheinen, bei grösserer Neigung gegen die Axe werden jedoch die blauen und violetten Strahlen mehr und mehr absorbirt, sowohl wegen ihrer Richtung im Krystall, als auch, weil die durchstrahlte Schicht mit der Neigung an Dicke zunimmt. Da die Absorption des Blau und Violett bei diesem Salze sehr rasch wächst mit der Abweichung von der Richtung der Axe und mit der Dicke, so sind diese Farben schon bei mässiger Neigung gegen die Axe vollständig absorbirt, und es muss also ein violetter Kreis von ziemlich kleinem Durchmesser auf dem rothen Grunde sichtbar werden. Beim Turmalin ist die Erscheinung viel weniger deutlich, denn die Aenderung der Farbe mit der Richtung ist hier eine viel langsamere, also erst bei weit grösserer Neigung gegen die Axe merkbar; zudem absorbirt der optisch negative Turmalin die parallel der Axe durchgehenden Strahlen am stärksten und wird um so durchsichtiger, je mehr der Strahl gegen die Axe geneigt ist; während also die Absorption mit der Schiefe der Strahlen sich vermindert, wirkt ihr die zunehmende Dicke der durchstrahlten

Digitized by Google

Schicht entgegen: bei dem Magnesiumplatincyanür wirken dagegen beide in gleichem Sinne. Die Erscheinung ist indessen immer noch erkennbar, sowohl im gewöhnlichen, als im polarisirten Lichte, bei Turmalin, Pennin u. a. dichroitischen einaxigen Krystallen, wenn man nur die Platte nach verschiedenen Richtungen neigt, um in genügend schiefen Richtungen hindurchzusehen.

Die Erscheinung, welche das Magnesiumplatincyanür bei Hinzufügung eines Nicols (gleichgültig, ob derselbe vor oder hinter dem Krystall angebracht wird) zeigt, ist nun leicht zu erklären: die violette Farbe in einer zur Axe schiefen Richtung wird nicht absorbirt, wenn ihre Schwingungsrichtung parallel der des Nicols ist, dagegen vollständig, wenn sie senkrecht dazu steht; es muss also normal zur Polarisationsebene des Nicols das Roth vorherrschen, parallel derselben und in der Mitte des Bildes das Violett. Die beiden so entstehenden rothen Büschel auf violettem Grunde bleiben auch bestehen, wenn man die Platte zwischen zwei parallele Nicols bringt, es treten aber dann die in vier Sectoren getheilten Interferenzringe hinzu, während zwischen zwei gekreuzten Nicols das schwarze Kreuz und dunkle Ringe erscheinen, letztere auf rothem Grunde, weil die blauen Strahlen entweder durch den Polarisator oder durch den Analysator vernichtet werden.

Ref.: P. Groth.

44. A. Cornu (in Paris): **Ueber die Büschel pleochroitischer Krystalle** (Ebenda, S. 70—72, März 1879). Der Verf. stellt die Ansicht auf, dass die von Herrn Bertin studirte Erscheinung der Büschel (s. S. 449) wesentlich eine Erscheinung der Absorption, keine der Interferenz sei, da die beiden Strahlen, welche aus der senkrecht zu einer optischen Axe geschnittenen Platte austreten, wenn letztere homogen, frei von Zwillingsbildung, planparallel und mit gewöhnlichem Lichte beleuchtet sei, senkrecht zu einander polarisirt sind, also nicht interferiren können. Andernfalls müsste man auch Ringe sehen, was unter normalen Verhältnissen nicht der Fall sei, obgleich bei der Sensibilität des Auges für periodische Variationen der Intensität jene sichtbar sein würden, selbst wenn die Differenzen der Helligkeit sehr klein wären. Die obigen normalen Verhältnisse sind aber nicht immer streng innegehalten: das einfallende Licht des Himmels ist fast immer theilweise polarisirt, und ein in schiefer Richtung erfolgender Austritt der Strahlen aus der Platte genügt, um die Grösse und die Richtung der beiden zu einander senkrechten Vibrationen zu ändern, d. h. den Effect eines unvollkommenen Analysators hervorzubringen. Hierdurch würden sich die zuweilen sichtbaren schwachen Ringe erklären. Uebrigens liegen in dem Auftreten von Zwillingslamellen, Einlagerung anders absorbirender oder anders brechender Schichten u. s. f. weitere Gründe zur Beeinflussung des Ganges der Lichtstrahlen und zur Ermöglichung von Interferenzen. Unter normalen Verhältnissen dürfte dagegen die Erscheinung der dunklen Büschel nur eine Folge der mit der Richtung der Fortpflanzung veränderlichen Absorption und somit von derselben Art sein, wie die von Herrn Bertrand (s. vor. S.) an einaxigen Krystallen beobachtete Erscheinung.

Ref.: P. Groth.

45. E. Mallard (in Paris): **Ueber die Büschel pleochroitischer Krystalle** (Ebenda, S. 72—78, März 1879). Der Verfasser, an die oben auseinandergesetzte Ansicht des Herrn Cornu sich anschliessend, giebt den Versuch einer

Digitized by Google

allgemeinen Theorie der Absorption in krystallinischen Medien; er gründet dieselbe auf die bekannte Beobachtung, dass die Farbe für gleiche Schwingungsrichtung stets dieselbe und unabhängig von der Fortpflanzungsrichtung ist, und dass, wenn man von zwei Schwingungsrichtungen ausgeht, für eine intermediäre Vibration auch die Farbe eine zwischenliegende ist. Denkt man sich alle Vibrationsrichtungen von einem Punkte ausgehend, und auf denselben, proportional dem jedesmaligen Absorptionscoëfficienten einer bestimmten Lichtart von der Wellenlänge λ, Längen aufgetragen, so liegen deren Endpunkte auf einem Ellipsoid, dessen Axen denjenigen des optischen Elasticitätsellipsoides parallel sind.

Nehmen wir eine senkrecht zu einer optischen Axe geschnittene zweiaxige Krystallplatte und betrachten wir einen etwas schief, aber in der optischen Axenebene (also gegen die zweite Axe hin) geneigt hindurchgehenden Strahl, so zerfällt dieser in zwei Schwingungen, deren eine parallel, die andere senkrecht zur optischen Axenebene steht; diese werden ungleich absorbirt, die in dieser Richtung sichtbare Farbe wird also eine intermediäre beider Vibrationen sein, aber der helleren näher stehend, weil deren Intensität die grössere ist. Betrachten wir nun einen Strahl, welcher von der optischen Axe, der Normalen der Platte, aus in der zur Axenebene senkrechten Ebene geneigt ist, so sind dessen Schwingungsrichtungen gegeben durch die halbirenden des Winkels zwischen den beiden Ebenen, welche man sich durch den Strahl und je eine der optischen Axen gelegt zu denken hat; da bei geringer Schiefe des Strahls die letzteren Ebenen nahe senkrecht zur Platte und ihr Winkel beinahe ein rechter ist, so bilden für einen solchen Strahl die beiden Schwingungsrichtungen circa 45^0 mit der optischen Axenebene. Die Farbe beider wird also eine intermediäre, fast genau gleich und von ziemlich geringer Intensität sein. Die Folge hiervon ist, dass senkrecht zur optischen Axenebene zwei dunkle Büschel erscheinen*), während die Auslöschung allmählich nach der grössten Helligkeit (in der Axenebene) hin abnimmt.

Ist der parallel der Axenebene schwingende Strahl der dunklere, und lässt man das Licht ausserdem durch einen Nicol gehen, welcher jenen Strahl ganz

*) Mittelst einiger ausgezeichneter, Herrn Bertrand in Paris gehöriger, Andalusitplatten beobachtete der Ref. auch im einfarbigen Natronlicht intensive Büschel, und zwar bei Ausschluss jeden anderen Lichtes und jeder Polarisation der Flamme. Die Intensität der Erscheinung wechselte nicht merklich bei Veränderung des Incidenzwinkels, d. h. beim Neigen der Platte; ferner waren die Büschel nicht continuirlich, sondern bestanden aus einer Reihe dunkler Ringsegmente. Diese Thatsachen schienen dem Unterzeichneten nicht dafür zu sprechen, dass die Absorption allein, wie H. Cornu, Mallard und nach einer l. c. folgenden Notiz Hr. Friedel glauben, die Büschel hervorbringe. Die vom Unterzeichneten Herrn Mallard desswegen brieflich geäusserten Zweifel beantwortete Derselbe dahin, »dass auch Er die Büschel im einfarbigen Lichte beobachtet habe, jedoch ihr Erscheinen nicht für im Widerspruch mit seiner Theorie halten könne. Seien nämlich A und B die Intensitäten der beiden parallel und senkrecht zur Axenebene schwingenden Strahlen, so sei nach Obigem die Helligkeit in der Linie der Axen $A + B$, in der dazu senkrechten Linie der Büschel $= \frac{2AB\sqrt{2}}{\sqrt{A^2 + B^2}}$; ist nun aber B sehr klein im Verhältniss zu A, so ist der letztere Werth wenig verschieden von $2B\sqrt{2}$, also sehr klein, und man sieht sehr intensive Büschel. Die Entstehung der dunklen Ringsegmente ergebe sich daraus, dass die entsprechenden Lichtstrahlen nothwendig die Platte schief treffen und demnach polarisirt werden müssten.« — Dies alles zugegeben, scheint jedoch die Intensität der bei Natronlicht im Andalusit beobachteten Büschel zu gross im Vergleich zu dem Verhältniss der beiden Werthe A und B, welche man mit Hülfe der Haidingerschen Lupe leicht vergleichen kann; wenn man nämlich $A : B = 4 : 1$ setzt, ein gewiss zu grosses Verhältniss, so erhält man für die Helligkeit in der Büschellinie 0,55 von der senkrecht dazu herrschenden; dies dürfte kaum genügen, so intensive Büschel erblicken zu lassen, wie es in der That der Fall ist. P. G.

Digitized by Google

eliminirt, so wird die Farbe der Axenebene noch heller, die Büschel also noch dunkler erscheinen. Dreht man den Nicol um 90°, so bleibt in der Richtung der Axenebene nur der dunklere Strahl übrig, also erscheint in dieser eine dunkle Bande, welche nahe an der optischen Axe sehr schmal ist, weil hier nach rechts und links von der Axenebene die Vibrationsrichtung und somit die Farbe sich sehr rasch ändern. Beim Andalusit z. B. ist die der Axenebene parallele Schwingung roth, die senkrechte weiss, man sieht daher durch eine dünne Platte bei Anwendung eines Nicols eine rothe Bande, durch einen dickeren Krystall eine fast schwarze.

Das Verhalten pleochroitischer Platten, von kleinem Axenwinkel und senkrecht zur Mittellinie geschnitten, kann man am besten studiren am Yttriumplatincyanür (scheinb. Axenw. 30°), dessen interessante Eigenschaften Hr. Bertrand zuerst erkannt hat. Eine Platte dieses Salzes gegen den hellen Himmel gehalten, zeigt auf rothem Grunde zwei schmale violette Banden*), die eine parallel der Axenebene, die andere dazu senkrecht; in der Mitte, wo beide sich durchkreuzen, erscheint das lebhafteste Violett. Nach Hrn. Bertrand ist die Erscheinung identisch mit derjenigen der Büschel, und zwar würden dann rothe Büschel auf violettem Grunde vorliegen. Schwerer erklärbar ist jedoch eine andere Wahrnehmung desselben Beobachters: hält man vor oder hinter die Platte einen Nicol, welcher die der Axenebene parallelen Schwingungen auslöscht, so verschwindet die in derselben Richtung liegende violette Bande und die dazu senkrechte wird lebhafter; bei einer Drehung des Nicol um 90° findet das Umgekehrte statt. Der Verf. erklärt dies folgendermaassen: Die erste Mittellinie (Normale der Platte) ist beim Yttriumplatincyanür die Axe der kleinsten Elasticität c, die derselben parallelen Schwingungen sind roth und von geringerer Intensität, die parallel a und b sind von fast gleicher, violetter Farbe. Für eine Richtung zwischen c und a (d. h. in der Axenebene gelegen) ist eine der beiden resultirenden Schwingungen, die zum Hauptschnitt senkrechte (b), violett, die in der Axenebene stattfindende rothviolett (ähnlich der Farbe der Büschel), weil sie intermediär im Vergleich mit den Nuancen von a und c gefärbt sein muss; für einen zwischen c und b fallenden Strahl ist eine Vibration parallel a, also violett, die andere zwischen c und b, also rothviolett. Nimmt man nun durch einen Nicol die Schwingungen parallel b fort, so muss die Linie der Axen rothviolett, die dazu senkrechte violett werden, und umgekehrt bei einer Drehung des Nicols um 90°.

Wenn die eigentlichen Büschelerscheinungen nur eine Folge der Absorption sind, so müssen die von Hrn. Bertin (s. S. 458 f.) beschriebenen, bei Anwendung eines Nicol auftretenden Erscheinungen so zu Stande kommen, dass eine Oberfläche des Krystalls die Rolle des Polarisators übernimmt. Daraus würde weiter folgen, dass wegen der polarisirenden Wirkung beider Oberflächen auch eine Platte für sich Interferenzerscheinungen liefern muss; in der That zeigt eine dicke Andalusitplatte in den Büscheln auch unzweifelhafte Ringsegmente, selbst wenn man jede Polarisation des einfallenden Lichtes vermeidet. Diese polarisirende Wirkung der Oberfläche kann nur durch Refraction in der äusserst dünnen Uebergangsschicht, welche die Oberfläche der Platte bildet, hervorgebracht werden. Der Verf. glaubt, dass bei der Erklärung aller Reflexions- und Brechungserscheinungen, auf diese Zwischenschicht, diese Atmosphäre der festen Körper, Rücksicht genommen werden müsse.

Ref.: P. Groth.

*) Dieselben entstehen nach dem Verf. durch ultraviolettes Licht, da sie bei künstlichem Lichte vollkommen verschwinden.

Digitized by Google

46. C. Rammelsberg (in Berlin): **Die Zusammensetzung der Lithionglimmer** (Mon.ber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1878, S. 616—631).

47. G. Tschermak (in Wien): **Die Formeln der Lithionglimmer** (Min. und petrograph. Mittheil. 1879, S. 94—96).

Der erstere Autor fand, dass die von Berwerth (s. diese Zeitschr. 2, 522) angewandte Methode der Lithionbestimmung statt des reinen schwerlöslichen Phosphates eine Mischung mit dem entsprechenden Natronsalz liefere und somit die Lithionbestimmungen zu hoch ausfallen müssten. Er wiederholte daher die Untersuchung der Glimmer von Rozena, Paris und Zinnwald und analysirte auch denjenigen von Juschakowa bei Mursinsk (grosse röthliche Blätter mit Quarz und Albit). Hierbei wurde das Kalium von den andern Alkalien durch Platinchlorid getrennt, der Niederschlag als wesentlich lithiumfrei erkannt, die übrigen Alkalien als Chloride gewogen und das Lithiumchlorid durch Aether-Alkohol von der stets vorhandenen geringen Chlornatriummenge getrennt, endlich der Chlorgehalt des gelösten *Li Cl* bestimmt.

Der Verf. (R.) fand:

	I. Gl. von Rozena:	II. Gl. von Paris, Maine:	III. Gl. von Juschakowa:	IV. Gl. von Zinnwald:
F	7,12	5,60	8,71 (u. 1,16 *Cl*)	7,62
P^2O^5	0,16	—	—	—
SiO^2	51,70	nicht bestimmt	50,26	46,44
Al^2O^3	26,76	28,43	21,47	21,84
Fe^2O^3	1,29	nicht bestimmt	—	1,27
Ca O	0,40	-	—	10,19 *Fe O*
Mg O	0,24	Spur	5,36	0,18
Mn O	—	—		1,57
K^2O	10,29	10,89	11,08	10,58
Na^2O	1,10	0,75	0,54	0,54
Li^2O	3,75	4,04	4,88	3,36
H^2O	0,30	1,12	0,66	1,04
	103,11		104,12	104,63

Daraus berechnet der Verf. für I die Formel:

$$\left(\begin{matrix} 12\overset{I}{R^2}Al^2Si^3O^{10} \\ \overset{I}{R^2}Al^2Si^3F^{20} \end{matrix}\right)$$

wobei *Mg* in *Al* verwandelt wurde und (*K*, *Na*): $Li = 1:1$, $Na:K = 1:6$.

Für II ebenso:

$$\left(\begin{matrix} 18\overset{I}{R^2}Al^2Si^3O^{10} \\ \overset{I}{R^2}Al^2Si^3F^{20} \end{matrix}\right)$$

Für III:

$$\left(\begin{matrix} 10\overset{I}{R^{14}}Al^{12}Si^{20}O^{65} \\ \overset{I}{R^{14}}Al^{12}Si^{20}F^{130} \end{matrix}\right)$$

worin $Mn:Al = 1:6$, (*K*, *Na*): $Li = 3:4$, $Na:K = 1:15$, $Cl:F = 1:15$.

Für IV:

$$\left(\begin{matrix} 12\overset{I}{R^{12}}Fe^4Al^{12}Si^{21}O^{70} \\ \overset{I}{R^{12}}Fe^4Al^{12}Si^{21}F^{140} \end{matrix}\right)$$

Digitized by Google

Auch hier ist der Wassergehalt unberücksichtigt geblieben, weil man zu wenig einfachen Ausdrücken kommt, wenn man den Wasserstoff ganz oder theilweise den Alkalimetallen zurechnet. Der Verf. schliesst mit den Worten: »Die Analysen Berwerth's hat Tschermak neuerlich benutzt, um aus ihnen die Zusammensetzung der Lithionglimmer abzuleiten. Da nun diese Analysen, mit Ausnahme der von Zinnwald, in Betreff des Lithions unrichtig sind, so sind dies auch die von Tschermak für sie aufgestellten Formeln«.

Dem gegenüber weist Hr. Tschermak (l. c.) darauf hin, dass er nicht blos jene drei Analysen, sondern auch alle neueren Analysen der lithionfreien Kaliglimmer benutzte (s. diese Zeitschr. 8, 129), um die chemischen Verbindungen zu ermitteln, welche in den Kaliglimmern überhaupt, mögen sie reicher oder ärmer an Lithion sein, auftreten. Wenn also auch die Bestimmungen des letzteren Metalls nicht genau wären, was durch neue, einwurfsfreie Untersuchungen des Hr. Berwerth festgestellt werden soll, so folgt daraus noch nicht, dass die erhaltenen Formeln unrichtig seien. Vielmehr ersieht man das Gegentheil aus der Zusammenstellung der von Rammelsberg nach seiner Formel berechneten und gefundenen Werthe (in denen *Fe, Mg* etc. in *Al* umgewandelt sind) mit denen von Tschermak für dieselben Resultate berechneten Zahlen; hierzu wurden die Resultate Berwerth's und die für dieselben berechneten Zahlen gesetzt:

Lepidolith von Rozena:

	Rammelsberg		Tschermak	Berwerth	Tschermak
	Ber.	Gef.	Ber.	Gef.	Ber.
Fluor . .	8,13	7,12	6,88	7,88	8,08
Kieselsäure	50,07	51,70	50,72	50,98	51,04
Thonerde .	28,54	28,03	27,99	27,80	28,17
Kali . .	11,19	10,29	10,95	10,78	10,28
Natron . .	1,21	1,10	1,20	—	—
Lithion .	4,17	3,75	4,07	5,88	4,92
Wasser .	—	0,30	1,08	0,96	0,91
	103,31	—	102,89	104,28	103,40

Lepidolith von Paris:

	Rammelsberg		Tschermak	Berwerth	Tschermak
	Ber.	Gef.	Ber.	Gef.	Ber.
Fluor . .	5,64	5,60	5,53	5,15	5,17
Kieselsäure	50,76	—	50,90	50,39	50,77
Thonerde .	28,93	28,43	28,09	28,19	28,01
Kali . .	11,93	10,89	11,65	12,34	12,78
Natron . .	0,88	0,75	0,77	—	—
Lithion .	4,23	4,04	4,09	5,08	4,08
Wasser .	—	1,12	1,30	2,36	1,36
	102,37	—	102,33	103,51	102,17

Aus dieser Zusammenstellung sieht man, dass die Tschermak'sche Formel (man vergl. diese Zeitschrift 8, 142), welche Rammelsberg verwirft, Werthe giebt, welche mit seinen Resultaten besser übereinstimmen, als die nach seiner Formel berechneten. Ferner sprechen alle Erfahrungen dafür, dass der von Rammelsberg vernachlässigte Wassergehalt wesentlich ist (dessen Bestimmungsmethode dürfte auch nach Tschermak kaum genaue Zahlen liefern).

Ref.: P. Groth.

Digitized by Google

Autorenregister.

Seite

F. D. Adams, über den Chlorgehalt der Skapolithe 595
A. Arzruni, Krystallform des salzsauren Metaxylidin. (Mit 3 Holzschnitten.) . . 246
—— über den Coquimbit 546
H. Baker, krystallographische Untersuchung einiger Thionate 629
Baret, Turmalingranit von Orvault 640
S. Barilari, monosymmetrischer Schwefel aus einer alkoholischen Lösung von Schwefelammonium 435
M. Bauer, Beitr. zur Kenntniss der krystallogr. Verhältnisse des Cyanits 87
—— über das Krystallsystem und die Hauptbrechungscoëfficienten des Kaliglimmers 237
H. Baumhauer, Beitrag zur Kenntniss der Glimmer, insbesondere des Zinnwaldits. (Mit Taf. III.) 113
—— über den Boracit. (Mit Taf. VIII u. IX.) 337
—— über künstliche Kalkspath-Zwillinge nach $-\frac{1}{2}R$. (Mit 2 Holzschnitten.) 589
E. Bechi, über den Hofmannit 429
A. Bertin, über die idiocyclophanischen Krystalle. (Mit 9 Holzschnitten.) . . . 449
E. Bertrand, Leadhillit von Matlock 405
—— Andalusit von Brasilien und Rubin von Siam 644
—— Methode zur Messung mikroskopischer Krystalle 642
—— über die Büschelerscheinung bei einaxigen Krystallen 645
W. P. Blake, Vorkommen des Zinnobers in Californien und Nevada 644
F. Blanchard, über ein Vorkommen von Zinn in der Campiglia 325
C. Bodewig, krystallographisch-optische Untersuchungen organischer Körper, II. Reihe. (Mit 57 Holzschnitten.) 384
J. Braun, über Nickelspeise (Placodin). (Mit 1 Holzschnitt.) 421
—— Nachtrag zum Placodin 644
A. Brezina, optische Studien I. (Mit Taf. VI, Fig. 1 und 2.) 259
—— über den Autunit. (Mit Taf. VI, Fig. 3—8.) 273
—— Herrengrundit, ein neues basisches Kupfersulfat. (Mit Taf. X, Fig. 3—7.) 359
W. C. Brögger, Untersuchungen norwegischer Mineralien, II. (Mit Taf. XI, XII und XIII.)
4. Zoisit (Thulit) von Souland 471
5. Ueber die Krystallform des Kjerulfin 474
6. Natrolith von Arö (?) 478
7. Ueber Aeschynit von Hitterö, nebst einigen Bemerkungen über die Krystallform des Euxenit und des Polykras 484
—— Atakamit von Chili. (Mit Taf. XI, Fig. 1—3.) 488
—— zwei Hüttenerzeugnisse. (Mit Taf. XI, Fig. 4—8.)
1. Krystalle einer Legirung von Blei und Silber, von Kongsberg 492
2. Krystalle einer Schwefelverbindung von Kupfer und Eisen, von Röräs 495
J. Brush und E. S. Dana, über eine neue merkwürdige Mineralfundstätte in Fairfield Co., Connecticut, und Beschreibung der dort vorkommenden neuen Mineralien, II. Theil. (Mit 2 Holzschnitten.) 577
H. Bücking, mikroskopische Untersuchung des Türkis aus dem Columbus-District, Nevada 81
G. Capellini, über den Prehnit der Livornesischen Berge 327
K. von Chrustschoff, Einiges über den Cerro del Mercado bei Durango in Mexiko 632

Digitized by Google

Seite
A. H. Church, Notiz über Uranocircit 112
E. Claassen, Kakoxen vom Lake Superior 598
J. H. Collins, Duporthit, ein neues asbestähnliches Mineral 111
A. Cornu, über eine mögliche Fehlerquelle bei goniometrischen Messungen. . . 638
—— über die Büschel pleochroitischer Krystalle 646
A. Cossa, über eine Methode, Didym und Erbium in Mineralien und Gesteinen nachzuweisen 325
—— über die Verbreitung der Cermetalle 447
—— über den Serpentin von Verrayes im Val d'Aosta 430
A. Damour, über den Vietinghofit 445
—— Zinkspinell von Brasilien 641
—— über den Freyalith 637
M. Delafontaine, über den Sipylit 443
A. Des Cloizeaux, über Adamin 104
—— und Damour, über die Krystallform, die optischen Eigenschaften und die chemische Zusammensetzung des Homilit 325
—— und Damour, Cabrerit von Laurium 640
—— über einige neue Mineralien und Mineralvorkommen 635
Ditscheiner, Krystallform des Phlorobromin 103
—— Krystallform des Pentabromaceton. (Mit 1 Holzschnitt.) 103
H. Dufet, über die Aenderung der Brechungsexponenten in isomorphen Mischungen 431
N. Engström, chemische Untersuchung einiger, seltene Erden enthaltender Mineralien (Orthit, Vasit, Erdmannit, Tritomit, Arrhenit) 191
H. Fischer, die Mineralogie als Hilfswissenschaft für Archäologie, Ethnographie u. s. w., mit specieller Berücksichtigung mexikanischer Skulpturen . . 82
—— Mittheilung einiger Nephritanalysen 592
A. Fitz, über ein Doppelsalz von propionsaurem und essigsaurem Baryt. (Mit 1 Holzschnitt.) 212
F. Fouqué, und Michel-Lévy, künstliche Darstellung der Feldspathe . . . 441
—— und Michel-Lévy, Erwiderung 443
—— und Michel-Lévy, künstliche Darstellung von Nephelin und Leucit . . 444
—— Hypersthen aus dem Bimstein von Santorin 639
W. Fresenius, über den Phillipsit und seine Beziehungen zum Harmotom und Desmin. (Mit 3 Holzschnitten.) 42
—— krystallographisch-optische Untersuchung einiger unterphosphorsaurer Salze. (Mit drei Holzschnitten.) 608
P. Friedländer, krystallographische Untersuchung einiger organischen Verbindungen. (Mit 13 Holzschnitten.) 168
—— über die isomorphe Vertretung von Kupfer und Baryum. (Mit 1 Holzschn.) 180
—— krystallographisch-optische Untersuchung des propionsauren Baryt. . . 211
—— Krystallform des Arsenjodür 214
—— über ein Doppelsalz von Kalium- und Silbernitrat. (Mit 1 Holzschnitt.) . 215
J. Gamper, Lazulith von Krieglach 321
—— Studien über Labradorite von Kiew 321
—— Anorthit vom Monzoni 322
J. Garnier, über den Garnierit 106
Gaudin, über den Bau einiger Mineralien 434
—— Harmotom und Stilbit 444
E. Goldsmith, Lavendulan von Chile 99
—— Stibianit, ein neues Mineral 596
A. von Groddeck, über das Vorkommen von Gold-, Kupfer- und Bleierzen in der Provinz Rio Grande do Sul in Brasilien 324
L. Gruner, künstlicher Diopsid 443
H. H. Gunn, über russischen Phosphorit 111
P. Guyot, zwei Vorkommnisse von Calciumphosphat in den Vogesen 328
J. B. Hannay, einige neue Mineralien aus der Universitätssammlung in Glasgow 109
—— Bowlingit, ein neues Mineral 110
V. Hansel, Rutile von Modriach 97
C. Haushofer, krystallographische Untersuchung einiger organischen Verbindungen. (Mit 7 Holzschnitten.) 73
—— Orthoklaszwillinge von Fichtelberg. (Hierzu Taf. XV, Fig. 1—2.) 601
—— Oligoklas von Dürrmorsbach 602

Digitized by Google

Seite
C. Haushofer, Krystallform des Paranitrohydrophenylpropionsäure-Aethylesters. (Mit 2 Holzschnitten.) 604
—— krystallographische Untersuchung einiger unterphosphorsaurer Salze. (Mit 7 Holzschnitten.) 605
P. Hautefeuille, über die Krystallisation der Kieselsäure auf trocknem Wege . 432
G. W. Hayes, Zusammenvorkommen von Augit und Hornblende 597
F. Heddle, Analysen schottischer Mineralien 330
Th. Hjortdahl, einige Salze der Piperidinbasen. (Mit 6 Holzschnitten.) 299
—— über Bleibromid und Quecksilberbromid. (Mit 1 Holzschnitt.) 302
—— selensaures und schwefelsaures Chinin. (Mit 1 Holzschnitt.) 302
H. How, über den Nickelgehalt amerikanischer Pyrrhotite und Arsenkiese . . . 108
W. M. Hutchings, Chrysocoll von Californien 240
J. R. Mc. D. Irby, über die Krystallformen des Kalkspathes. (Hierzu Taf. XV, Fig. 3—5.) 642
A. Issel, Aragonit und ein Zeolith aus den ligurischen Kupfergängen 430
E. Jannetaz, Apparat zur Messung der Wärmeleitungsfähigkeit 637
—— Hydrargillit und Gibbsit von Französ. Guyana 639
P. von Jeremejew, über einige neue Formen an Platin- und Iridiumkrystallen 436
—— Korund aus dem Ural. 438
—— Krystalle des Ferromangansilicium und des künstlichen Rhodonit (Pajsbergit) 438
—— Beryll aus dem südlichen Ural 439
—— über einige neue Formen des Ilmenorutil 445
J. Joubert, die Circularpolarisation des Quarzes bei verschiedenen Temperaturen 440
A. Julien, Analyse des Aglait 440
E. Kalkowsky, über Krystallsystem mit Zwillingsbildung des Tenorites. (Mit Taf. VI, Fig. 9 und 10.) 279
Clarence King, über Thinolith. 598
A. Koch, neue Mineralien aus dem Andesit des Aranyer Berges in Siebenbürgen. (Mit Taf. VII, Fig. 7—9.) 306
A. von Könen, Phakolith und Faujasit vom Stempel bei Marburg 97
G. A. König, Enstatit von Georgia 106
—— Protovermiculit, ein neues Mineral 107
—— Strengit von Rockbridge Co, Va. 108
—— Randit, ein neues Mineral 596
N. v. Kokscharow, Messungen an Krystallen des grönländischen Eudialyt . . . 439
J. Krejči, zur Theorie der Zwillingskrystalle 90
S. N. Kulibin, ein neuer russischer Euklaskrystall. 435
A. von Lasaulx, mineralogische Notizen. (Mit Taf. VII, Fig. 1—6.)
1. Szabóit von Biancavilla am Etna. 288
2. Szabóit von Riveau grand im Mont Dore 293
3. Eisenglanz von Biancavilla 294
H. Laspeyres, mineralogische Bemerkungen, V. Theil.
10. Die chemischen Untersuchungen der Epidotgruppe. (Mit 1 Holzschn.) 525
Lecoq de Boisbaudran, über ein von Hrn. Lettsom entdecktes neues Mineral 432
W. I. Lewis, Notiz über Rechnungsmethoden im rhomboëdrischen System . . . 426
Th. Liebisch, zur analytisch-geometrischen Behandlung der Krystallographie. (Mit 8 Holzschnitten.) 25
G. Lindström, Analysen von einigen bei Ställdalen 28. Juni 1876 gefallenen Meteoriten 206
A. Liversidge, über die Bildung von Moosgold und Silber 442
E. Mallard, Bravaisit, ein neues Mineral 634
—— über die Büschel pleochroitischer Krystalle 646
J. W. Mallet, über die chemische Zusammensetzung des Guanajuatit (Selenwismuthglanz) von Guanajuato in Mexiko 78
—— Barcenit, ein neues Antimonat von Huitzuco in Mexiko 78
—— Mineralanalysen 229
L. Matthiessen, eine neue Messungsmethode der Constanten optisch ein- und zweiaxiger Krystalle 330
St. Meunier, künstliche Bildung des Brochantit 106
—— künstliche Bildung des Melanochroit 444
—— künstlicher Orthoklas 442

Digitized by Google

Seite

A. Michel-Lévy, über die Schwingungsrichtungen zweiaxiger Krystallplatten und deren Abhängigkeit von der Richtung der Platten. (Mit Taf. IV.) . . . 217
—— Mineralien aus den Sanden des Mesvrin bei Autun 638
—— Skapolith von Bamle 639
Muck, Pandermit, ein neues wasserhaltiges Kalkborat 98
S. Newberry, Mineralwachs (Ozocerit?) von Utah 598
A. E. Nordenskiöld, mineralogische Mittheilungen (Cleveit, Yttrogummit) . . 201
—— Thaumasit, ein neues Mineral 327
R. Panebianco, über die Dimorphie des Acetotoluidin 435
S. L. Penfield, über die chemische Zusammensetzung des Triphylin 594
Pichard, die alkalischen Eigenschaften der Magnesium-Carbonate und Silikate . 631
F. Pisani, neues Instrument zur Bestimmung des specifischen Gewichts 105
—— über Lettsomit und über den Hypersthen und Labrador aus dem Hypersthenit vom Aveyron 433
—— Wagnerit von Bamle in Norwegen 644
J. J. Pohl, eine einfache und sichere Unterscheidungsweise der echten Türkise und deren Nachahmungen 86
J. Purnell, Jonit, ein neuer fossiler Kohlenwasserstoff 79
C. Rammelsberg, über Nephelin, Monagit und Silberwismuthglanz 101
—— über die Zusammensetzung des Aeschynit und Samarskit 101
—— über den Kalkeisengranat von Syssersk 102
—— die Zusammensetzung der Lithionglimmer 649
G. vom Rath, mineralogische Mittheilungen, n. F. (Mit Taf. I.)
10. Ein Beitrag zur Kenntniss der Krystallisation des Cyanit 1
11. Ueber eine sternförmige Zwillingstafel von ged. Silber 13
—— künstlicher Augit 98
—— rosarother Anorthit vom Monzoni 98
—— Quarz von Kremnitz 99
E. Reusch, Krystallform der Paraoxybenzoësäure. (Mit 1 Holzschnitt.) 103
J. E. Reynolds, die chemische Zusammensetzung des Lievrit von Elba 326
—— ein neues Borat, Franklandit 329
P. de Rioufville, über grosse Epsomitkrystalle 442
W. C. Röntgen, über eine Methode zur Erzeugung von Isothermen auf Krystallen. (Mit Taf. II.) 17
W. T. Röpper, über eine Pseudomorphose nach Anorthit von Franklin Fournace, New Jersey 597
A. Sadebeck, über die Krystallisation des Markasits und seine regelmässigen Verwachsungen mit Eisenkies. (Hierzu Taf. XV, Fig. 6—11.) 626
A. Schmidt, der Wolnyn von Muzsaj 428
A. Schrauf, über Eggonit; mit Anhang: über die Form des Signals für Krystallmessungen. (Mit Taf. X, Fig. 1—2.) 352
J. von Schröckinger, Poëpnyt, ein neues Harz aus Californien 320
—— Fluorit, als neues Mineralvorkommen in dem Quecksilberbergwerk zu Idria 321
G. Seligmann, über russische Topase und über Enstatit von Snarum 80
Q. Sella, über Didymwolframiat 631
E. Selling, über die binären und ternären quadratischen Formen 90
H. Sjögren, über einige Wismuthmineralien von Nordmarks Gruben in Wermland (Wismuth, Bjelkit, Galenobismutit) 203
—— ein baryt- und manganhaltiger Kalkspath von Longban 204
A. Sjögren, mineralogische Notizen (Vorkommen von Manganmineralien in Nordmarken 204
Lawr. Smith, über den Daubréelith 79
—— über das meteorische Mineral Daubréelith 328
A. Stelzner, die nutzbaren Mineralien der argentinischen Republik 333
H. C. Sorby, neue optische Eigenschaften doppelt brechender Krystalle 309
—— einfache Methode, die Brechungsindices dünner Blättchen durchsichtiger Mineralien zu bestimmen 309
—— Bestimmung von Mineralien in Gesteinsdünnschliffen vermittelst ihrer Brechungsindices 309
—— verbesserte Methoden zur optischen Untersuchung der Mineralien . . . 309

Digitized by Google

Seite

G. G. Stokes, über die Brennpunkte der Linien, welche durch eine doppeltbrechende Krystallplatte unter dem Mikroskope betrachtet werden. (Mit 1 Holzschnitt) 309
A. Streng, über den Silberkies von Andreasberg 96
Tanret und Villiers, über Inosit 405
M. Tarassow, über den Vesuvian der Nikolai-Maximilian-Grube im Ural . . . 428
J. Thoulet, über die ebenen Winkel, welche bei Pyroxen, Amphibol, Orthoklas und den triklinen Feldspäthen die Spaltungsrichtungen auf den Ebenen der wichtigsten Zonen mit einander einschliessen 231
P. Trippke, Beiträge zur Kenntniss der schlesischen Basalte und ihrer Mineralien. (Mit 1 Holzschnitt.) 93
G. Tschermak, die Glimmergruppe, II. Theil 122
—— die Formeln der Lithionglimmer 649
—— und L. Sipöcz, die Clintonitgruppe. (Mit Taf. XIV.) 496
G. Uzielli, Studien über theoretische Krystallographie 231
K. Vrba, Berichtigung der Analyse des Frieseit 186
J. Waller, Analyse des Demantoid (Kalkeisengranat) vom Ural 205
M. Websky, über die Lichtreflexe schmaler Krystallflächen. (Mit Taf. V.) . . . 241
A. Weisbach, über die Silberkiese 95
E. Weiss, Schlagfigur des Bleiglanz und Aetzfiguren am Gyps 97
C. Weltz, Nachrichten aus dem nördlichen Chile 322
J. Willcox, Notiz über Korund 597
Henry Wurtz, Huntilith, ein neues Mineral 599
—— über ein neues Mineral, Animikit 600
V. von Zepharovich, mineralogische Notizen 100
—— die Krystallformen der β-Bibrompropionsäure, des Kupfer- und des Baryumpropionates. (Mit 3 Holzschnitten.) 206
—— Krystallform der Camphocarbonsäure. (Mit 2 Holzschnitten.) 304
—— Enargit vom Matzenköpfl bei Brixlegg 600

Digitized by Google

Sachregister.

A.

Absorption des Lichtes in Krystallen 647.
Acetothiamid 407.
Acettoluidin 435.
Adamin 404.
—— von Laurium 686.
Adamsit 466.
Aeschynit von Hitteröe 484.
—— von Miask 404.
Aethenylisodiphenylamidin 406.
Aetzfiguren am Boracit 337.
—— des Glimmers 413.
Aglait 410.
Albit, opt. Eigensch. 229.
Ameisensaures Kupferbaryum 482.
Amianth von Unst 333.
Amphibol, Schwingungsricht. in dems. 226.
—— vom Aranyer Berg 306.
Amphilogit 466.
Andalusit (grüner) von Brasilien 641.
Analytisch-geometrische Behandlung der Krystallographie 25.
Andalusit (rother) von Brasilien, opt. Eigensch. 454, 458 f., 468, 648.
Animikit 604.
Ankerit von Unst 384.
Anomale Flächen am Granat 15.
Anomit 432.
Anorthit, opt. Eigensch. 231.
——, Pseudomorphose nach A. 597.
—— vom Monzoni 98, 322.
Antimonocker von Arkansas 329.
Anthrachinon, Krystallf. 477.
Apatit, cerhaltig 447.
Aragonit a. Ligurien 430.
Argentinische Erze 328.
Argentopyrit 95.
Argyropyrit 95.
Arrhenit 204.
Arsenargentit 409.
Arsenjodür, Krystallf. 244, 660.
Aspidolith 465.
Astrophyllit 543.
Atakamit 377.
Atakamit von Chile 488.
Augit, künstlich 98.
—— und Hornblende 597.
Aurichalcit 400.
Autunit 273.
Axinit, opt. Eigensch. 452.
Azoxybenzol 444.

B.

Barcenit 78.
Baryumpropionat, Krystallf. 210, 244.
Barytophyllit 544.
Benzenylisodiphenylamidin 404.
Benzenyltolylsulfophenylamidin 408.
Benzodiphenylamid 405.
Benzodiphenylthiamid 406.
Benzoësaureglycoläther 442.
Benzolhexachlorid 404.
Benzolsulfinsaures Diazobenzol 475.
Benzolsulfomonochloranilid 408.
Benzoylbenzoësäure 383.
Benzoylcyanid 403.
Benzoylsulfophenylimidchlorid 409.
Berechnung rhomboëdrischer Krystalle 426.
Beryll v. Ural 439.
Bibrombernsteinsäure-Diäthyläther 395.
Bibrombrenztraubensäure 443.
Bibrompropionsäure (β), Krystallf. 206.
Binäre und ternäre quadrat. Formen 90.
Biotit 437.
Bismutin 404.
Bjelkit 208.
Bleibromid 302, 660.
Bleiglanz, Schlagfigur 97.
Bleisilberlegirung 492.
Boracit 337.
Bowlingit 440.
Brandisit 499.
Bravaisit 634.
Brechungsexponenten, Meth. z. Best. 309.
—— isomorpher Mischungen 434.
Breunerit von Unst 334.
Brochantit 375.
——, künstlich 406.
Brommesitylensaures Baryum, Krystallf. 478.
Broncit im Meteorit von Ställdalen 206.
Brucit 204.
—— von Unst 332.
Bucklandit von Achmatowsk 530.
Büschel bei pleochroitischen einaxigen Krystallen 645.

Digitized by Google

Büschel bei pleochroitischen zweiaxigen Krystallen 449, 466, 646.

C.

Cabrerit von Laurium 640.
Calait 85.
Calciumphosphat a. d. Vogesen 328.
Camphoçarbonsäure 304.
Carneol 88.
Cerit, Didymgehalt dess. 325.
Chromglimmer 466.
Chininselenat 302.
Chininsulfat 303.
Chilenische Erze 322.
Chilisalpeter 323.
Chloracetylbenzol, Krystallf. 179.
Chlorbaryum 184.
Chlordinitrobenzol 386.
Chloritoid 506.
Chloritspath 506.
Chrysocoll von Californien 240.
Chrysocolla von Utah 330.
Chrysotil von Schottland 336.
Circularpolarisation d. Quarz. b. verschied. Temperaturen 440.
Cleveit 204.
Clingmannit 467, 513.
Clintonitgruppe 496.
Cordierit, optische Eigensch. 450.
Corundellit 467, 513.
Cossait 467.
Coquimbit 516.
Cyanakrinyl 444.
Cyanit, Krystallform 4, 87.
Cyanitzwillinge, opt. Eigensch. 259.
Cymolsulfonsäure 382.

D.

Damourit 427.
Daubréelith 79, 328.
Dawsonit 635.
Demantoid 205.
Diallag von Goldberg 93.
—— von Unst 332.
Dibenzoylphenylglycerinsäure-Aethyläther 393.
Dibenzoylphenylglycerinsäure-Methyläther 394.
Dicyanamid, Krystallf. 78.
Didymit 466.
Didymwolframiat 448, 634.
Dinitrochlorphenol 396.
Dinitronaphtalin 402.
Dinitroparadichlorbenzol 397.
Dinitrotetrabrombenzol 398.
Diopsid, künstl. Darst. 443.
——, opt. Eigensch. 452.
Diphanit 467, 513.
Diphensäure 413.
Diphenyl 444.
Diphenylamin 444.
Disthen, Krystallform 4, 87.
Dolomit von Bleiberg 100.
—— von Schottland 334, 334.
Duporthit 444.

E.

Eggonit 352.
Eisenerze von Durango 632.
Eisenglanz von Biancavilla 294.
Eisenkies, Verwachsungen mit Markasit 628.
Emerylith 467, 513.
Enargit von Brixlegg 600.
Enstatit von Georgia 406.
—— von Goldberg 93.
—— von Snarum 80.
Epidotgruppe, chem. Unters. 525.
Epidot, optische Eigensch. 226, 454, 459 f., 469.
—— von Unst 333.
Epsomit 442.
Erdmannit 499.
Eudialyt 439.
Eukamptit 465.
Euklas vom Ural 435.
Euphyllit 466.
Euxenit 482.

F.

Fairfieldit 578.
Fassait 400.
Faujasit vom Stempel bei Marburg 97.
Fehlerquelle bei goniometrischen Messungen 638.
Feldspathe, künstl. Darst. 444, 442, 443.
Ferromangansilicium 438.
Fillowit 582.
Fluorenalkohol, Krystallf. 478.
Fluorit von Idria 324.
Franklandit 329.
Freyalith 637.
Frieseït 486.
Fuchsit 466.

G.

Gahnit s. Zinkspinell 644.
Galenobismutit 203.
Ganomalith 635.
Garnierit 406, 636.
Gibbsit von Guyana 639.
Glimmer 443, 422.
——, Brechungsexponenten 330.
——, optische Eigensch. 452.
Gold von Brasilien 324.
Granat vom Aranyer Berg 306.
—— von Nordmarken 204.
—— von Pfitsch 45.
—— von Schottland 336.
Grundgesetz der Geometrie der Krystalle 27.
Guanajuatit 78.
Gyps, Aetzfiguren 97.
——, Brechungsexponenten 330.

Digitized by Google

Gyps, Wärmeleitung im G. 22.
Gypszwillinge, opt. Eigensch. 259.

H.

Hallit 165.
Harmotom 42, 61.
Hausmannit 204.
Heliotrop 83.
Herrengrundit 359.
Holmit 514.
Hofmannit 429.
Homilit 325.
Hornblende und Augit 598.
—— von Pargas 572.
—— von Schottland 332, 335.
Huntilith 599.
Hyalotekit 635.
Hydrargillit von Guyana 639.
Hydrobenzoin-Anhydrid 387.
Hypersthen vom Aveyron 434.
—— von Santorin 639.

I.

Idiocyclophanische Krystalle 449.
Ilmenorutil 445.
Imidopropionnitril, Krystallf. 74.
Inosit, Krystallf. 405.
Interferenzcurven zweiax. Kryst. senkr. z. einer Axe 462.
Ionit 79.
Iridium 436.
Isodinitrodiphenylmethan, Krystallf. 475.
Isohydrobenzoin-Anhydrid 387.
Isoindol, Krystallf. 477.
Isomorphe Mischungen, Brechungsexponenten 431.
Isothermen auf Krystallen 17.

J.

Jefferisit 466.
Jodwasserstoffsaurer Benzimidothiäthyläther 415.

K.

Kämmererit von Unst 334.
Kakoxen 599.
Kaliglimmer 237.
Kaliumsilbernitrat 215.
Kalk, cerhaltig 448.
Kalkeisengranat von Syssersk 102, 205.
Kalkspath, baryt- u. manganhaltig 204.
Kalkspath, Krystallformen 642.
——, künstl. Zwillinge 588.
—— von Striegau 93.
Kallait 85.
Kaolin von Schottland 335.
Kjerulfin, chem. Zusammens. 644.
—— Krystallf. 474.
Klinochlor 456.
Kobell'sches Kreuz 259.
Korund 598.
Korund v. Ural 438.
Kryophyllit 466.
Kupferacetat, opt. Eigensch. 456.
Kupferchlorid 484.
Kupfereisensulfid 495.
Kupfererze von Chili 322.
Kupferpropionat, Krystallf. 210.
Kupfervitriol, Wärmeleitung im K. 23.

L.

Labrador, opt. Eigensch. 230.
—— vom Aveyron 434.
—— von Kiew 321.
Langit 374.
Lasurstein 85.
Lavendulan von Chile 99.
Lazulith von Krieglach 321.
Leadhillit 405.
Lepidolith 140, 649.
Lepidomelan 138.
Lettsomit 433.
Leucit, künstl. Darst. 444.
Lichtreflexe schmaler Krystallflächen 241.
Lievrit von Elba 328.
Lithionglimmer 113, 140, 649.
Lithiophilit, zersetzt 586.

M.

Magnesiumcarbonate, alkal. Reaction 631.
Magnesiumplatincyanür, optische Eigenschaften 645.
Magnesiumsilikate, alkal. Reaction 631.
Magneteisen von Schottland 330, 335.
Magnetit nach Eisenglanz 100.
—— vom M. Mulatto 100.
Magnetkies 190.
——, Nickelgehalt 168.
Malachit 378.
Manganepidot 530, 553.
Manganosit 204.
Manganspath 204.
Margarit 131, 505.
Margarodit 466.
Margarodit von Schottland 335.
Markasit, Krystallformen 626.
——, Verwachsungen mit Eisenkies 628.
Masonit 509.
Melanochroit, künstl. Darst. 444.
Meroxen 135.
Mesitylensulfonsäure 381.
Methylpiperidin-Goldchlorid 304.
Methyluramin-Goldchlorid, Krystallf. 76.
Methyluramin-Platinchlorid, Krystallf. 75.
Mikroklin, opt. Eigensch. 229.
Mikroskopische Krystalle, Messung ders. 642.
Mineralwachs 599.
Mirabilit von Aussee 100.
Monazit 101.
Moosgold und -Silber 112.
Muscovit 127, 146, 237.

Digitized by Google

N.

Naphtalin + Pikrinsäure 402.
Natrolith von Arö 478, 487.
Natronglimmer 166.
Nephelin, künstl. Darst. 444.
Nephritanalysen 592.
Nickelspeise 421, 644.
Nitrochlorphenol 395.
Nitrometachlornitrobenzol 384.
Nitroorthochlornitrobenzol 386.
Nitrotribrombenzol 399.
Numeit 636.

O.

Oellacherit 166.
Oligoklas, opt. Eigensch. 230.
—— von Dürrmorsbach 602.
Olivin 204.
—— im Meteorit v. Ställdalen 206.
Orthit 194.
Orthodinitrotoluol 389.
Orthoklas, opt. Eigensch. 227.
Orthoklaszwillinge von Fichtelberg 604.
Orthonitrozimmtsäureäthylester, Krystallf. 74.
Orthotolubenzaldehin 403.
Ottrelith 509.
Oxalsaures Piperidin, Krystallf. 304.
Ozokerit 599.

P.

Pandermit 98.
Paragonit 130.
Paranitranilin 404.
Paranitrohydrophenylpropionsäure-Aethylester, Krystallf. 605.
Paranitrohydrozimmtsäure-Aethylester, Krystallf. 605.
Paranitrotoluol 388.
Paraoxybenzoësäure, Krystallf. 103.
Pennin, optische Eigenschaften 646.
Pentabromaceton, Krystallform 103.
Phakolith vom Stempel bei Marburg 97.
Phenakit von Durango 632.
Phengit 146.
Phenylbibrompropionsäure 394.
Phenylbibrompropionsäure-Aethyläther 392.
Phenylbibrompropionsäure-Methyläther 392.
Phenylmonobrompropionsäure 390.
Phillipsit 44, 54 f.
—— von Sirgwitz 98.
Phlogopit 148.
Phlorobromin, Krystallform 103.
Phosphorit von Südrussland 111.
Piemontit 530, 553.
Pikramid, Krystallf. 170.
Pikrylchlorid 398.
Piperidin-Goldchlorid, Krystallf. 299.
Piperidin-Platinchlorid, Krystallf. 300.
Piperidinsalze, Krystallf. 299.
Piperidin-Zinnchlorid 300.
Plakodin 421, 644.
Plasma 84.
Platin 436.
Plumbomanganit 109.
Polykras 485.
Posepnyt 320.
Prasma 84.
Pregrattit 166.
Prehnit von Livorno 327.
Priceit 660.
Propionessigsaures Baryum 212.
Propionsaures Baryum, Krystallf. 210, 211.
—— Kupfer, Krystallf. 210.
Protovermiculit 107.
Pseudobrookit 306.
Pseudocumolsulfonsäure 384.
Pseudosymmetrie 271.
Puschkinit 530.
Pyrit, Verwachsungen mit Markasit 628.
Pyroaurit von Schottland 334.
Pyrochroit 204, 205.
Pyroxen, Schwingungsrichtungen i. dems. 226.
Pyrrhotit, Nickelgehalt 108.

Q.

Quarz, Circularpolaris b. verschied. Temperaturen 440.
——, künstl. Darst. 432.
—— von Kremnitz 99.
——, Wärmeleitung im Q. 19.
Quecksilberbromid 302.

R.

Randit 596.
Reddingit 584.
Rhabdophan 191, 432.
Rhodonit, künstl. Darst. 439.
Rhomboëdrische Krystalle, Berechnung 426.
Roscoelith 636.
Rothzinkerz 556, 576.
Rubellan 165.
Rubin von Siam 641.
Rutil von Modriach 97.

S.

Salpetersaures Strontium 454.
Salzsaures Benzenylisodiphenylamidin 404.
Salzsaures Metaxylidin, Krystallf. 216.
Salzsaures Methylpiperidin 304.
Salzsaures Piperidin, Krystallf. 299.
Samarskit 102.
Sapphirin 542.
Scheelit, cerhaltig 448.
Schleimsaures Natron, Krystallf. 77.
Schwefel, monosymm. 435.
Schwefelsaures Chinin 303.
Schwingungsrichtung, Abhängigkeit v. d. Richtung der Platten 217.
Selensaures Chinin 303.

Digitized by Google

Selenwismuthglanz 78.
Senarmont'sches Salz 454.
Senfölessigsäure, Krystallf. 174.
Serpentin von Unst 333, 334.
—— von Val d'Aosta 430.
Seybertit 500.
Signal für Krystallmessungen 356.
Silber von Kongsberg 12.
Silberbleilegirung 492.
Silberkiese 95, 188.
Silberkies von Andreasberg 96.
Silberwismuthglanz 101.
Sipylit 443, 635.
Sismondin 509.
Skapolith (Chlorgehalt des) 596.
—— von Bamle 639.
Specif. Gewicht, Bestimm. d. 105.
Sphen, Schwingungsrichtungen in dems. 226.
Stibianit 597.
Strengit von Virginia 108.
Strontiumnitrat 454.
Sulfhydantoin, Krystallf. 176.
Szaboit 288, 307.

T.

Talk von Unst 334.
Tenorit 279.
Tetrachlorbenzol 400.
Thaumasit 327.
Thinolith 598.
Thionate, Krystallf. 629.
Thomsonit 487.
Thulit 530.
——, Krystallf. 471.
Topas, opt. Eigensch. 456.
—— vom Ilmengebirge 80.
Triäthylbenzyl-Ammoniumperjodid 440.
Tridymit, künstl. Darst. 432.
—— von Striegau 93.
Trinitranisol, Krystallf. 173.
Trinitrobenzol, Krystallf. 168, 170 f.
Trinitrochlorbenzol 398.
Trinitromesitylen, Krystallf. 169.
Trinitrotoluol, Krystallf. 169, 173.
Triphylin 594.
Trithionsaures Kalium, Krystallf. 630.
Tritomit 200.
Türkis, Unterscheidung echter von Nachahmungen 86.
—— von Nevada 81.
Turmalin, optische Eigenschaften 646.
Turmalingranit von Orvault 640.

U.

Unionit 530.
Unterphosphorsaures Ammon (saures), Krystallf. 608, 609.
Unterphosphorsaures Baryum (saures), Krystallf. 611.
—— Kalium (saures), Krystallf. 611.
—— Natrium (neutrales), Krystallf. 610.
—— » (saures), Krystallf. 605.
—— » (saures), Krystallf. und opt. Eigensch. 608.
—— Natrium (2/3), Krystallf. 606.
Unterschwefelsaures Natrium, Krystallf. 629.
—— Silber, Krystallf. 630.
Uranit 273.
Uranocircit 442.

V.

Vasit 199.
Vermiculit 466.
Vesuvian d. Nicol. Max. Gr. (Ural) 428.
Vietinghofit 445.
Voigtit 465.

W.

Wärmeleitungsfähigkeit, Apparat z. Messung d. 637.
Wärmeleitungsvermögen der Krystalle 17.
Wagnerit 478, 644.
Waluewit 496, 503.
Warringtonit 376.
Wassergehalt des Phillipsit und Harmotom 63.
Weissbleierz von Brasilien 324.
Wismuth 203.
Withamit 530.
Wolframsaures Didym 448, 634.
Wolnyn von Muzsaj 428.

X.

Xanthophyllit 496, 503.
Xylidin (Meta-) salzsaures, Krystallf. 216.

Y.

Youngit 440.
Yttriumplatincyanür, opt. Eigensch. 456, 648.
Yttrogummit 202.

Z.

Zinkspinell von Brasilien 644.
Zinn i. d. Campiglia 325.
Zinnober von Californien und Nevada 611.
Zinnwaldit 443, 442, 649.
Zirkon 638.
Zoisit 530, 563.
——, Krystallf. 471.
Zwillinge von Kalkspath, künstliche 588.
Zwillingsbildung 269.
Zwillingskrystalle, z. Theorie der, 90.

Digitized by Google

Berichtigungen und Zusätze.

Zum 2. Band.

S. 88 Z. 14 v. o. lies »ihre« statt »ihse«.

» 90 » 15 v. o. lies »zur« statt »zu«.

» 499 » 8 v. o. Zu der vom Herausgeber zugefügten Beobachtung, dass man aus Chlornatriumlösung, welche mit kohlensaurem Natron gesättigt sei, Oktaëder erhalte, bemerkt Herr Klocke, dass er solche nur sehr selten erhalten habe, meist dagegen Würfel, welche mit einer Ecke aufsassen und bei ihrem Wachsthum eine dreiseitige Fläche von der Lage der Oktaëderfläche bildeten, so dass sie unter dem Mikroskop wirklichen Oktaëdern täuschend ähnlich sehen; neuere Beobachtungen des Unterz. führten in der That zu der gleichen Deutung der Formen. P. G.

S. 207. Durch ein Versehen citirte ich in der auf d'Achiardi's Quecksilbererze sich beziehenden Anmerkung **) fälschlicherweise das Wort »talune« (einige); im Original heisst es »taluna«, d. h. manche und ist das Wort im Singular gebraucht. Taluna kann event. auch eine bedeuten — ich fühle mich aber dadurch nicht minder zur erwähnten Anmerkung berechtigt, denn wenn ich auch keinen Moment daran zweifle, dass Prof. d'Achiardi mit diesem Worte in der That das Prisma 2. Ordnung bezeichnen will, halte ich dennoch die erwähnte Ausdrucksweise für nicht präcis genug, worauf die Anmerkung gerade aufmerksam zu machen beabsichtigte. A. Arzruni.

S. 265. Die hier angegebene Methode ist nach einer gef. Mittheilung des Herrn Liebisch schon von Amici in Poggendorff's Ann. **64**, 472 (1845) beschrieben worden. Herr von Lasaulx bemerkt hierzu: »Die Abhandlung von Amici war mir allerdings nicht bekannt, jedoch enthält sie auch eigentlich Nichts, was meine Priorität bezüglich der Verwendung des Mikroskops beschränken könnte. Der dort beschriebene Apparat ist zwar gleichfalls für paralleles und convergentes Licht zu modificiren, die Theorie dieses Apparates und eines Mikroskopes ist allerdings dieselbe, aber die practische Handhabung, wie ich sie angegeben habe, doch abweichend.«

S. 324 Z. 12 v. u. lies »33° 55'« statt »33° 35'.«

» 344. Zu 69 (Z. 14 v. o.) ist zu bemerken, dass der gemessene Winkel nicht 31° 3', sondern, wie eine nochmalige nachträgliche Prüfung sämmtlicher Angaben ergeben hat, 44° 3' beträgt. Die beobachtete Fläche ist demnach nicht als $\frac{5}{11}P\infty$ ($\bar{5}.0.11$) zu deuten, sondern als $\frac{3}{5}P\infty$ ($\bar{3}05$), für welches Hemidoma der Winkel zur Basis sich auf 44° 15' berechnet. In Folge dessen ist

S. 360 Z. 14 v. u. »130« statt »131«, Z. 12 v. u. »171« statt »172«; ferner

S. 406 Z. 4 v. o. »146« statt »147«, Z. 6 v. o. »219« statt »220« zu setzen, und in dem Flächenverzeichnisse S. 414 die Fläche $\frac{5}{11}P\infty$ ($\bar{5}.0.11$) zu streichen.

S. 352. Zu 121 ist folgender Satz hinzuzufügen (Z. 18 v. u.): »Ein an einem zweiten Krystall beobachtetes Hemidoma dürfte gleichfalls das Zeichen ($\bar{11}.0.6$) besitzen; für dasselbe ergab die etwas weniger genaue Messung den Winkel 86° 58½'.« Dagegen ist der Satz unter 122 (Z. 14—11 v. u.): »Ein an einem dritten Krystall .... den Winkel 86° 58¼« zu streichen.

S. 356 Z. 19 v. u. lies »108° 52'« statt »180° 52'«.

Letzte Zeile u. lies »110° 43½'« statt »110° 34½'«.

S. 362 Z. 5 v. u. lies »von welchen 18« statt »von n 18«.

» 383 » 23 v. u. lies »$G = P\frac{4}{3}$ ($\bar{3}44$)« statt »$G = P\frac{3}{4}$ ($\bar{3}44$)«.

» 384 » 6 v. o. lies »l ($\bar{2}01$)« statt »l $\bar{2}01$«.

» 434—447 sind fälschlich 334—347 numerirt.

» 436 (der Druckf. 336). Die unter »4.5. Freiberg« beschriebenen flächenreicheren Krystalle stammen nach gefälliger Mittheilung des Herrn Frenzel in Freiberg nicht von dort, sondern von Skutterud.

S. 629 u. Antimonocker: die Zahlen u. 16 müssen nach gef. Mittheilung des Herrn Frenzel lauten: $Sb^2O^4 = 82{,}50$, $CaO = 8{,}96$, $MgO = 0{,}03$, $H^2O = 8{,}55$ (Summe 100).

S. 668. Der hier beschriebene Apatit ist bereits von A. von Lasaulx (Pogg. Ann. **149**, 244) aufgefunden worden.

Digitized by Google

Zum 3. Band.

S. 4 Z. 2, 3 v. u. die hier angegebenen Werthe von A, B, C, α, β, γ, sind die Supplemente der wahren.

S. 32 Z. 2 v. o. lies »Ecke« statt »Ecken«.

» 37 » 9 v. o. lies »φ« statt »Φ«.

» » » 10 v. o. lies »φ'« statt »Φ'«.

» 43 » 7 v. u. lies »Brachypinakoid« statt »Orthopinakoid«.

S. 80. Die hier beschriebenen russischen Topase stammen nach einer späteren Mittheilung des Herrn Seligmann wirklich vom Ilmengebirge; derselbe erhielt nämlich bald darauf einen in Amazonit eingewachsenen Krystall.

S. 98. Pandermit. Dieses Mineral wurde bereits von Pisani (Traité elem. d. Min.) analysirt und »Priceit« genannt.

S. 267 Z. 4 v. o. lies »$\cos \Delta_1 = +1$« statt »$\cos \Delta_1 = \pm 1$«.

» » » 6 v. o. lies »$\Delta_1 = 2n'\pi$« statt »$\Delta_1 = n'\pi$«.

» » » 7 v. o. lies »$d_1 = \frac{n'\lambda}{(\mu_\xi - \mu_\eta)}$« statt »$d_1 = \frac{n'\lambda}{2(\mu_\xi - \mu_\eta)}$«.

» 302 » 13 v. o. lies »46° 16'« statt »46° 7'«.

Hr. Hjortdahl theilt ferner mit, dass er später Krystalle mit der Pyramide $(121)2\breve{P}2$, welche sich auch an $Pb\,Cl_2$ findet, erhielt und daran fand:

	Berechnet:	Beobachtet:
$(121)(1\bar{2}1)$ =	81° 12′	81° 11′
$(121)(010)$ =	49 24	49 31

Die Länge der Verticalaxe für $Hg\,Br_2$ ist 1,0183 statt 0,9975.

S. 382 Fig. 1 steht auf dem Kopfe.

» 388 Z. 2 v. u. lies »Anisöl« statt »Anisol«.

» 399 » 18 v. o. lies »$\infty\breve{P}\infty$« statt »$\infty\breve{P}\infty$«.

» 402 » 4 v. o. erg. »Schmelzp. 170°«.

» » » 14 v. u. erg. »Platte $\parallel oP$«.

» 406 » 7 v. u. lies »asymmetrisch« statt »monosymmetrisch«.

» 431. H. Dufet, ü. d. Aend. d. Brech. etc. Der Verf. hat in einem spätern Abdruck seiner Arbeit (Bull. d. l. soc. min. Fr. 1, S. 58—61, Juli 1878) noch angegeben, dass er die Brechungsexponenten des schwefels. Nickels stets höher gefunden habe, als Topsöe und Christiansen (Ann. chim. ph. 1874), während der optische Axenwinkel sich etwas kleiner ergab. Er glaubt, dass jene Beobachter kein ganz reines Salz gehabt hätten, während das seinige aus einem Nickelmetall (aus neukaledonischen Erzen) dargestellt war. Er fand:

α =	1,4923 anstatt	1,4924
β =	1,4893	1,4888
γ =	1,4693	1,4669
2φ =	41° 54′	41° 56′

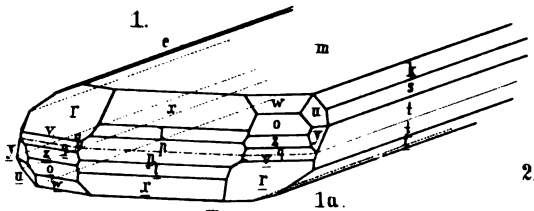
S. 432 1. Z. v. o. lies »$N = \frac{pn + p'n'}{p + p'}$« statt »$\frac{pn + p'n}{p + p'}$«.

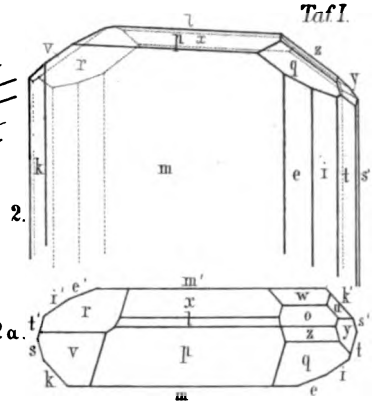
Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

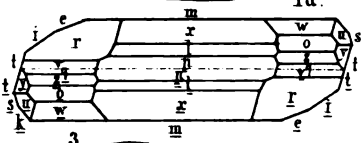
Digitized by Google

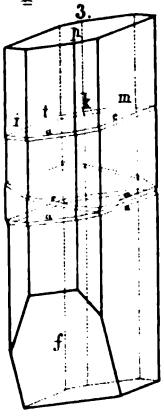
Digitized by Google

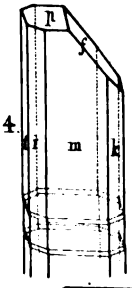
Digitized by Google

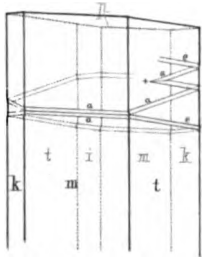


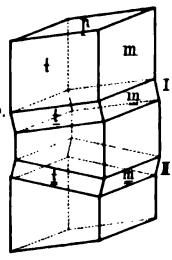


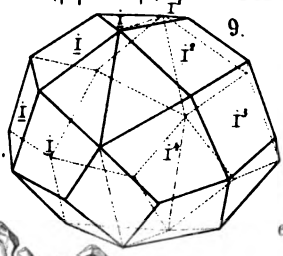


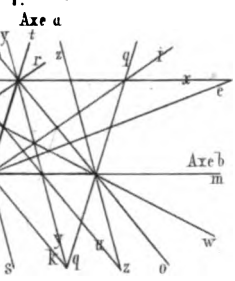


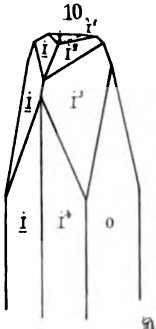


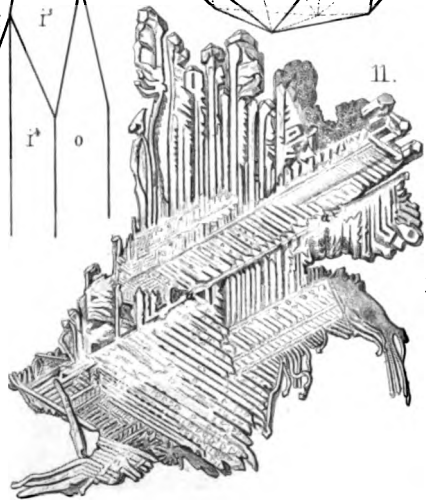


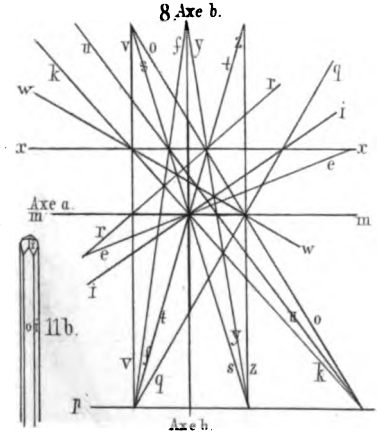


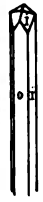








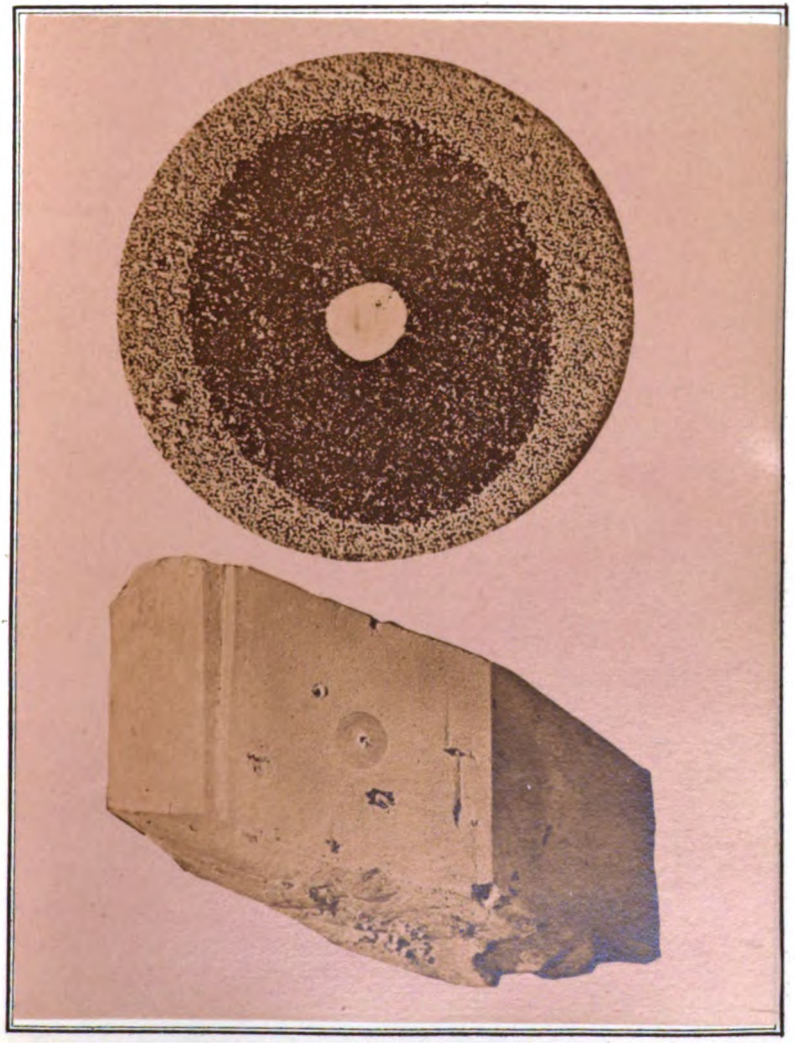




G. vom Rath del. Flurert lith. Lith Anst v A Henry Bonn

Digitized by Google

Digitized by Google



J. Grimm, mikrophotogr. Anstalt, Offenburg (Baden)

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

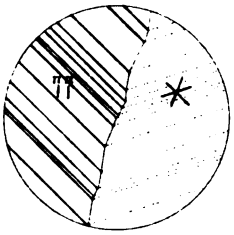


Fig. 2.

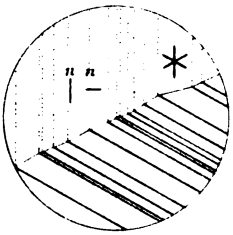


Fig. 3.

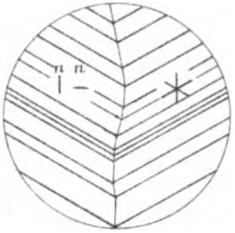


Fig. 4.

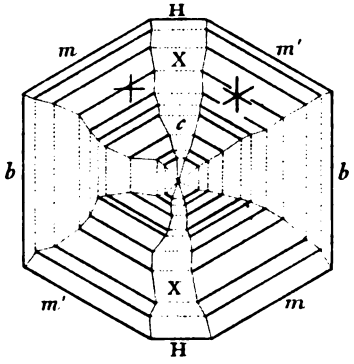


Fig. 5.

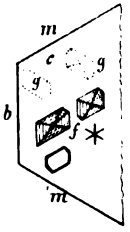


Fig. 6.

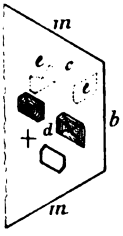


Fig. 7.

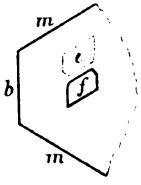


Fig. 8.

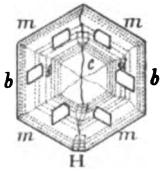


Fig. 9.

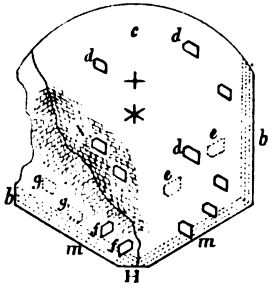


Fig. 10.

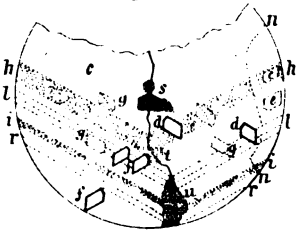


Fig. 11.

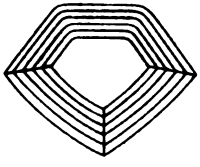


Fig. 12.

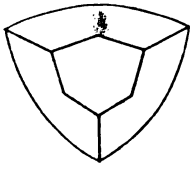
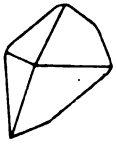


Fig. 13.



H. Baumhauer gez.

L. Fassoli, Strassbg

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

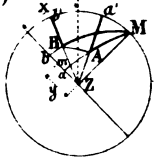


Fig. 2

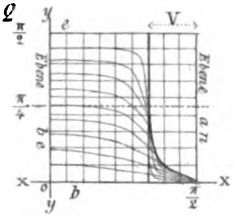


Fig. 3.

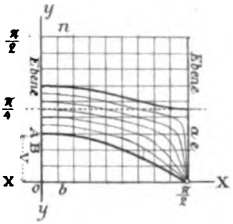


Fig. 4

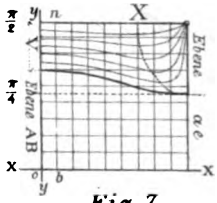


Fig. 5.

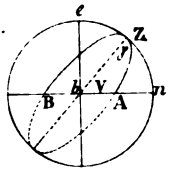


Fig. 6.

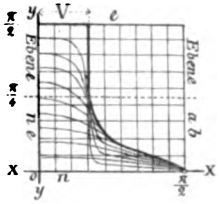


Fig. 7.

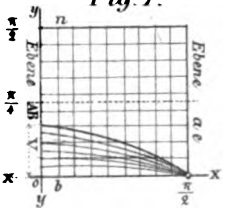


Fig. 8.

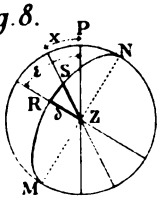


Fig. 9.

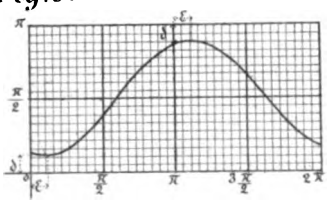


Fig. 10. Mikroklin.

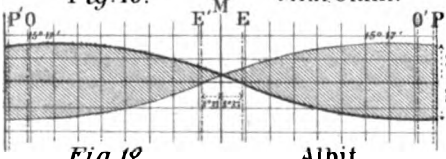


Fig. 11. Mikroklin.

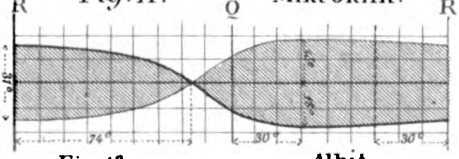


Fig. 12 Albit.

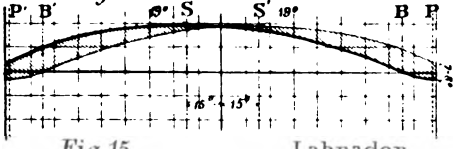


Fig. 13. Albit.

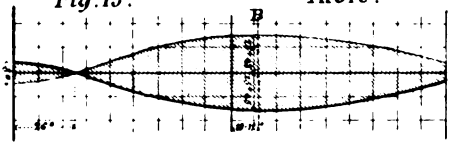


Fig. 15 Labrador.

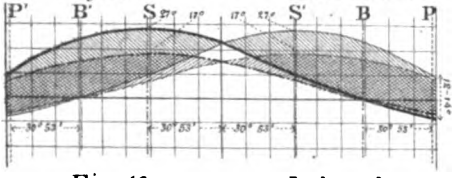


Fig. 14. Oligoklas.

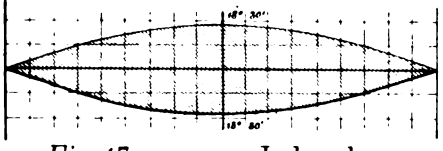


Fig. 16. Labrador.

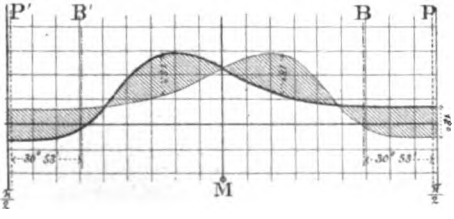
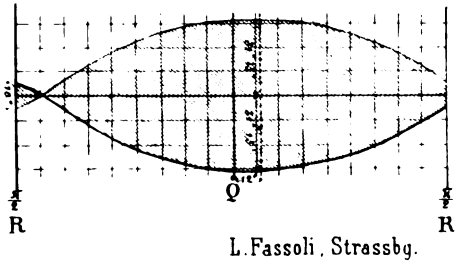


Fig. 17. Labrador.

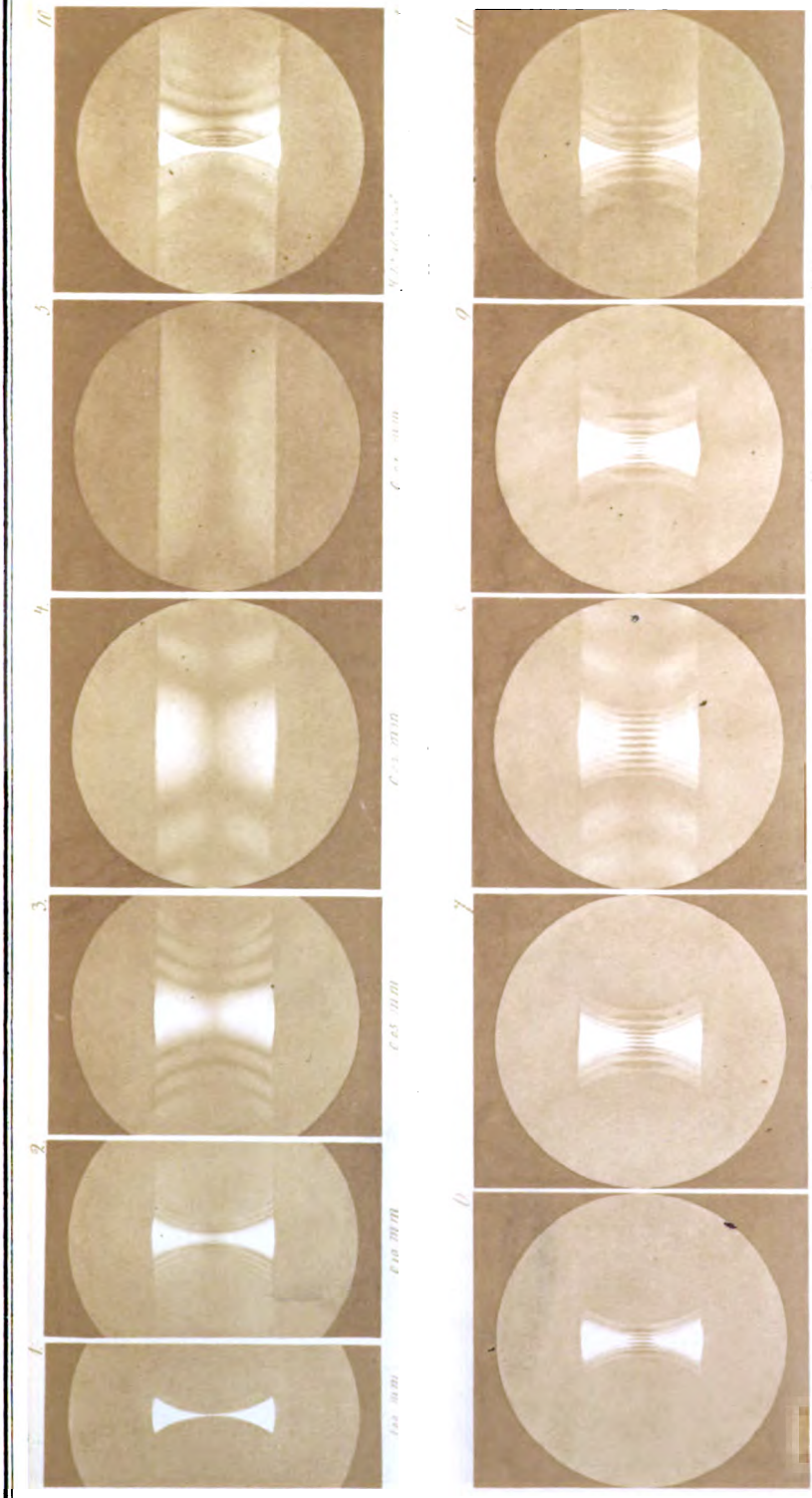


Michel Levy gez.

L. Fassoli, Strassbg.

Digitized by Google

Digitized by Google



M. Websky gez. Photogr. v. C Günther i. Berlin

Digitized by Google

Digitized by Google

A. BREZINA, OPTISCHE STUDIEN.

Fig. 1.

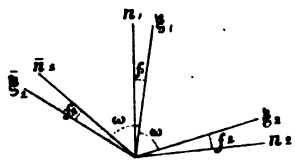
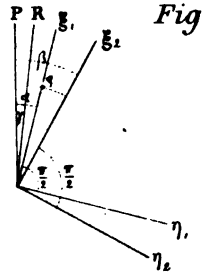


Fig. 2.



DERS., AUTUNIT.

Fig. 3.

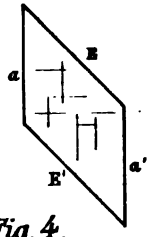


Fig. 8.

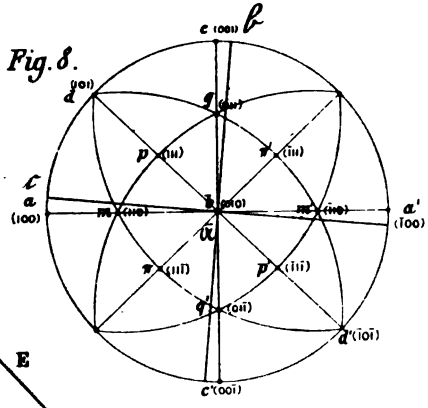


Fig. 5.

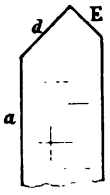


Fig. 4.

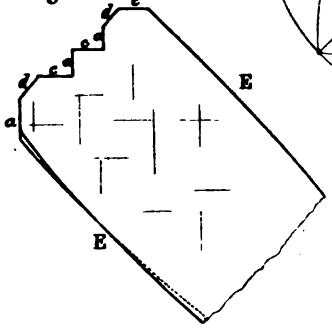


Fig. 6.

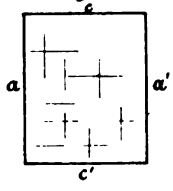
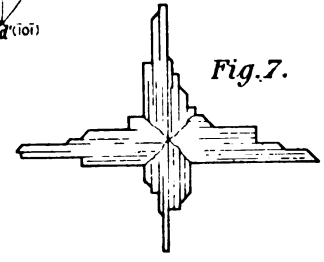


Fig. 7.



E. KALKOWSKY, TENORIT.

Fig. 9.

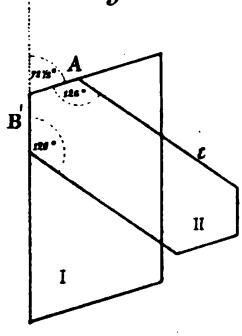
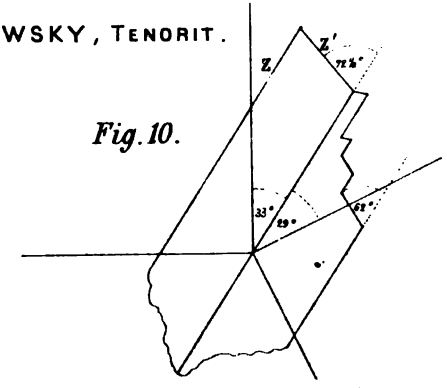


Fig. 10.



L. Fassoli, Strassbg.

Digitized by Google

Digitized by Google

A. VON LASAULX, EISENGLANZ U. SZABÓIT.

Fig. 1.

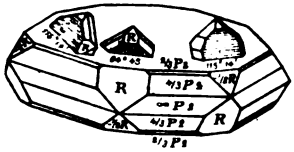


Fig. 2.

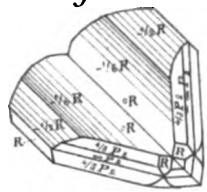


Fig. 3.

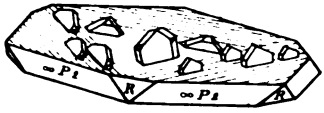


Fig. 4.

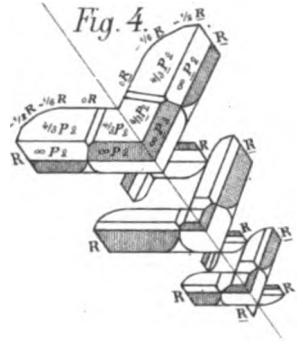


Fig. 6.a.

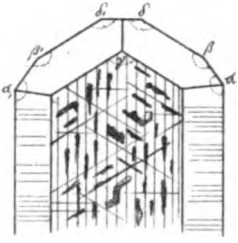


Fig. 6.b.

Fig. 5.

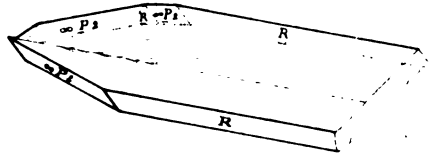
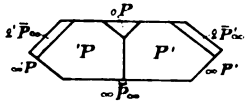


Fig. 6.c.



A. KOCH, PSEUDOBROOKIT U. SZABÓIT.

Fig. 7.

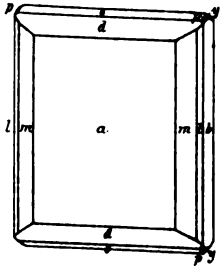


Fig. 8.

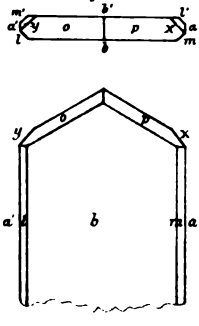
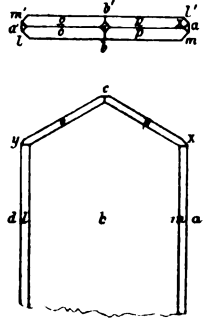


Fig. 9.



L. Fassoli, Strassbg.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

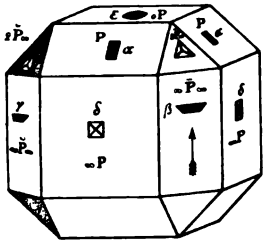


Fig. 2.

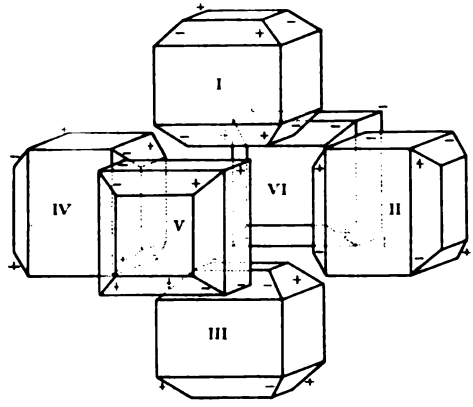


Fig. 3.

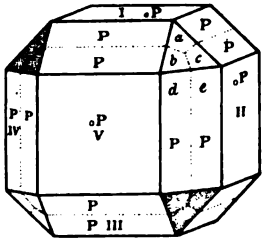


Fig. 5.

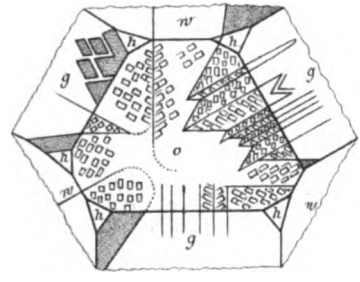


Fig. 4.

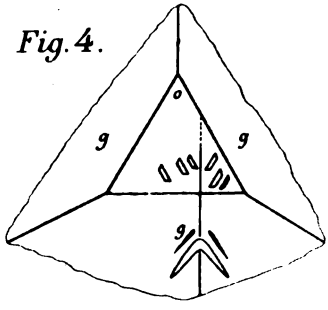


Fig. 6.

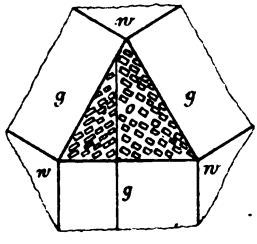
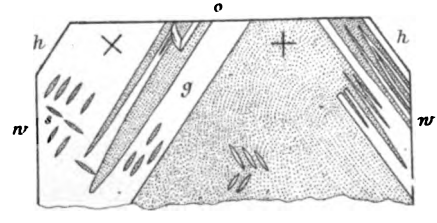


Fig. 7.



H. Baumhauer gez.

L. Fassoli, Strassbg.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 8.

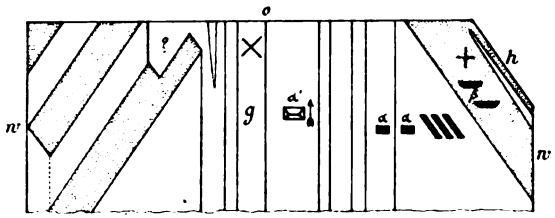


Fig. 9.

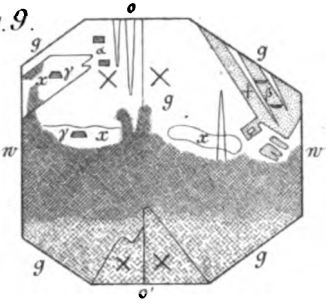


Fig. 10.

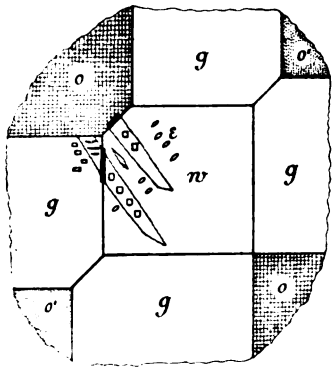


Fig. 11.

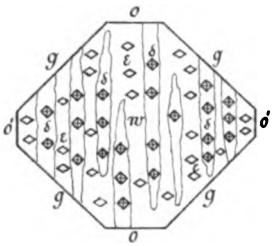


Fig. 12.

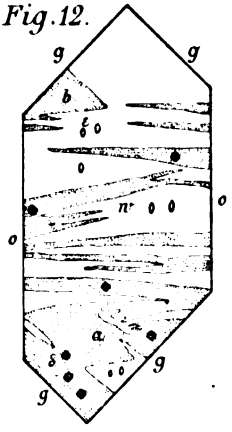
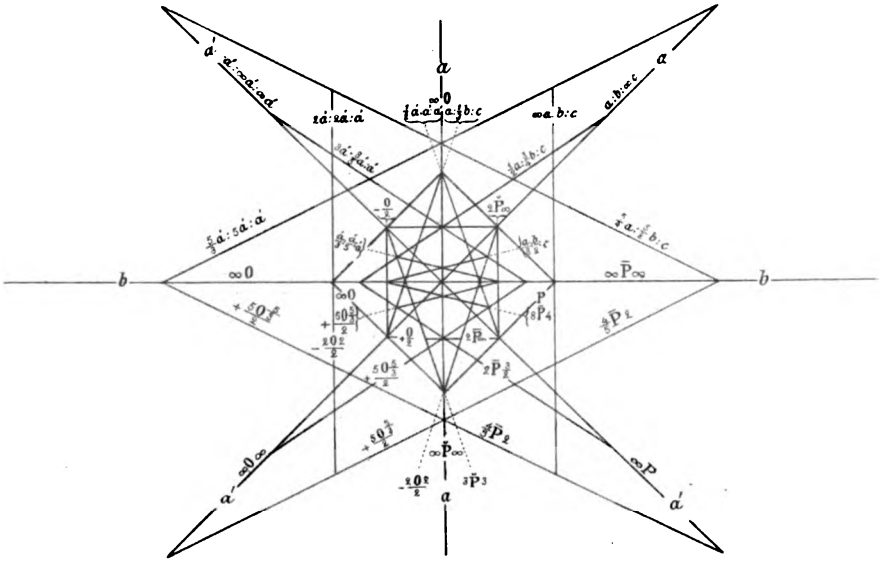


Fig. 13.



H. Baumhauer gez.

L. Fassoli, Strassbg.

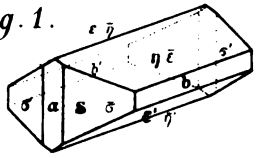
Digitized by Google

Digitized by Google

A. SCHRAUF.

EGGONIT.

Fig. 1.



SIGNAL F. KRYST. MESS.

Fig. 2.

A. BREZINA, HERRENGRUNDIT.

Fig. 3.

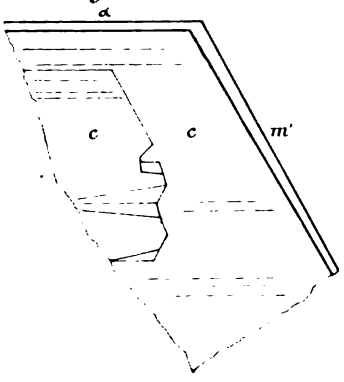


Fig 4.

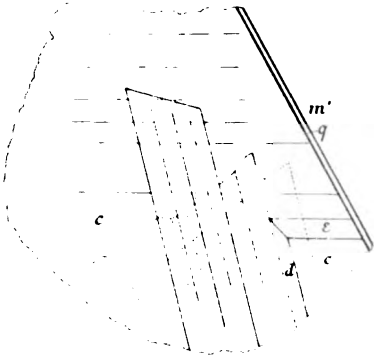


Fig. 6.

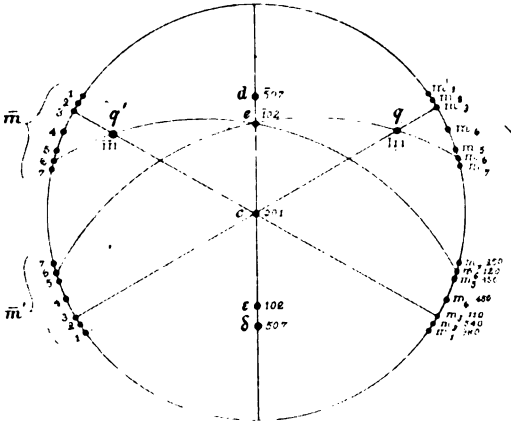


Fig. 5.

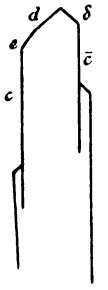
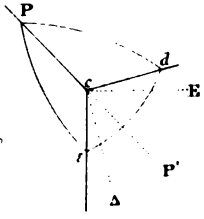


Fig. 7.



L. Fassoli Strassbg.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

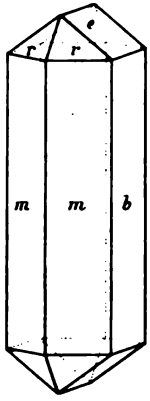


Fig. 2.

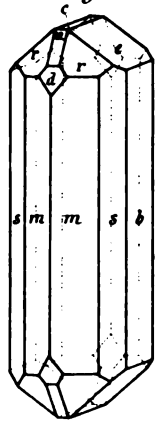


Fig. 3.

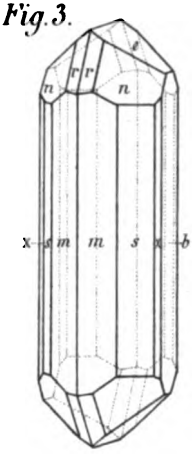


Fig. 4.

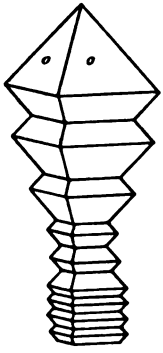


Fig. 8.

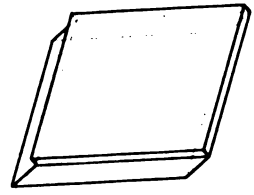


Fig. 5.

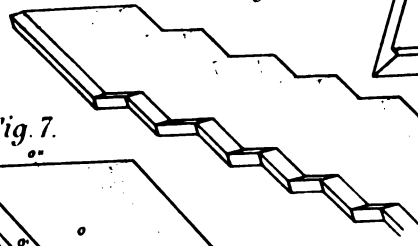


Fig. 7.

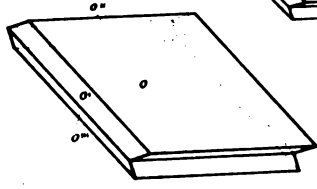


Fig. 9.

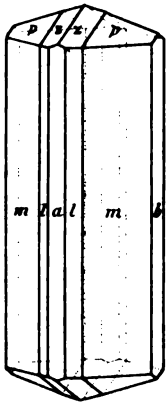


Fig. 6.

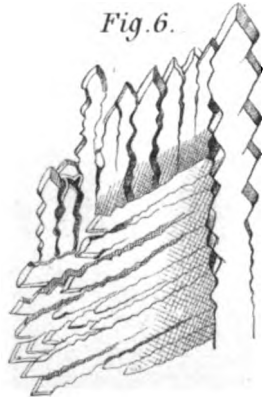
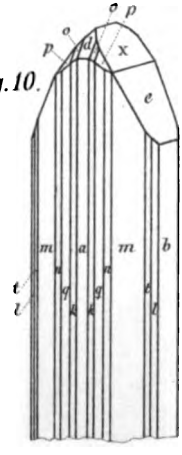


Fig. 10.



W. C. Brögger del.

L. Fassoli, Strassbg.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 11.

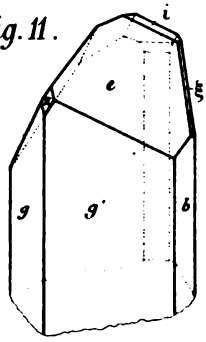


Fig. 11 a.

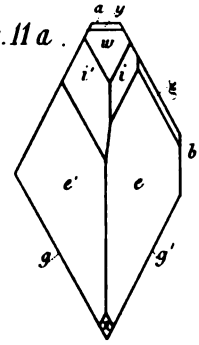


Fig. 12.

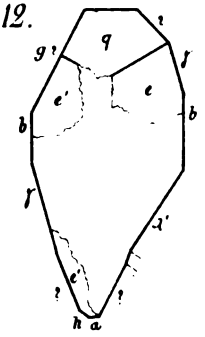


Fig. 17.

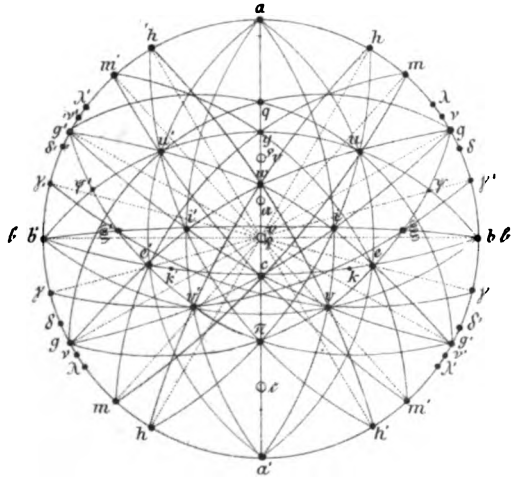


Fig. 13.

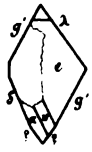


Fig. 14.

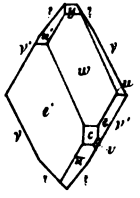


Fig. 15.

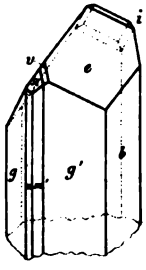


Fig. 15 a.

Fig. 16 a.

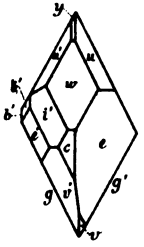
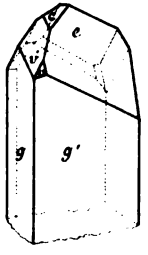


Fig. 16.



W. C. Brögger del.

L. Fassoli Strassbg.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 18.

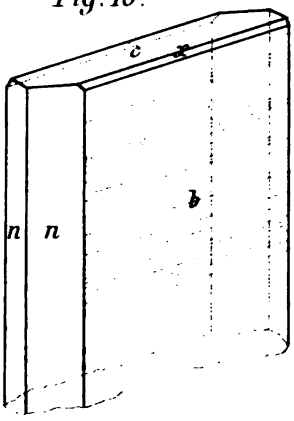


Fig. 26.

Fig. 19.

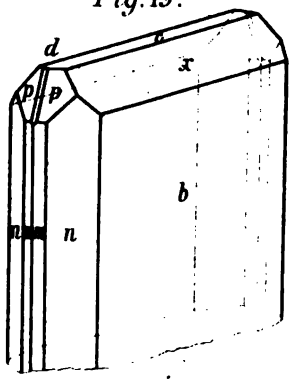


Fig. 20.

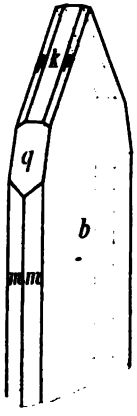


Fig. 21.

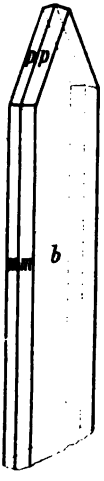


Fig. 22.

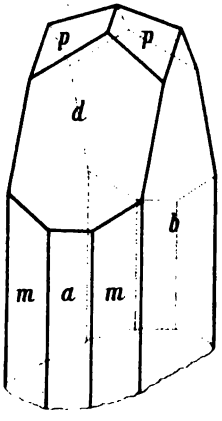


Fig. 23.

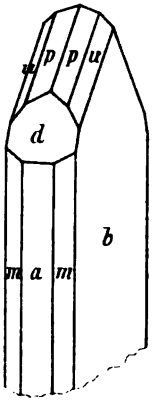


Fig. 24.

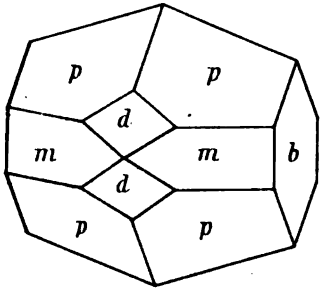
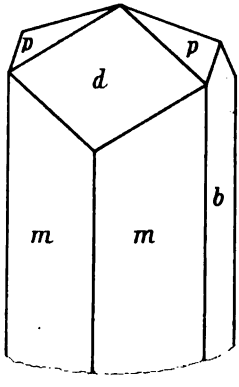


Fig. 25.



W. C. Brögger, del.

L. Fassoli Strassbg.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

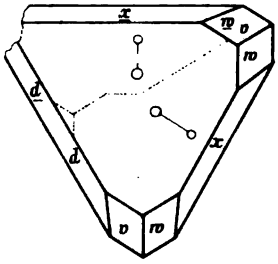


Fig. 2.

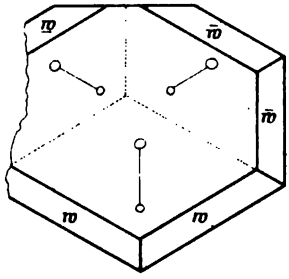


Fig. 3.

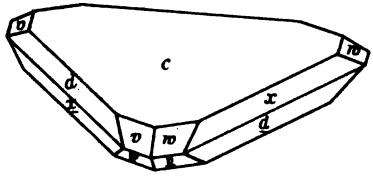


Fig. 4.

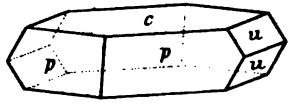


Fig. 5.

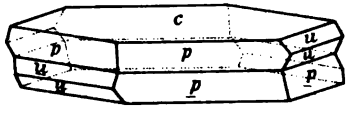


Fig. 6.

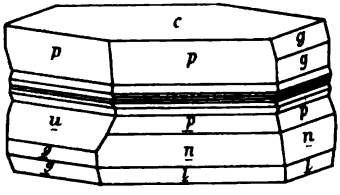


Fig. 7.

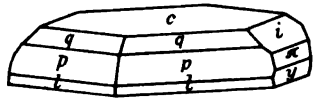
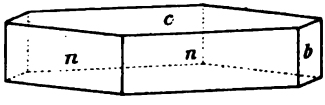
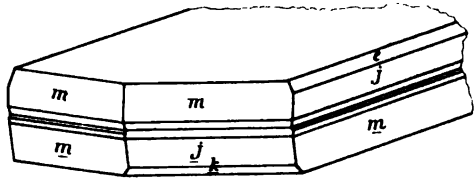


Fig. 8.

Fig. 9.



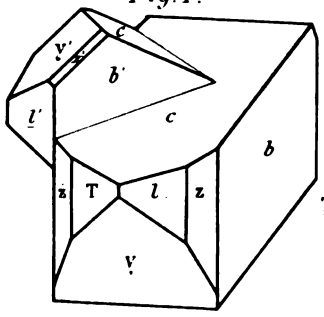


G. Tschermak gez. L. Fassoli Strassbg.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.



C. HAUSHOFER
ORTHOKLAS-
ZWILLINGE.

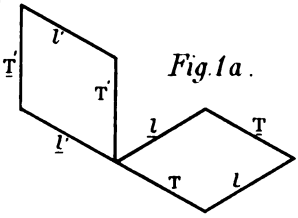


Fig. 1a.

Fig. 2.

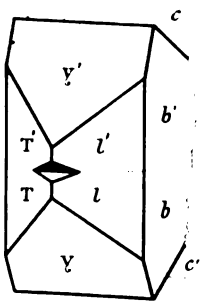
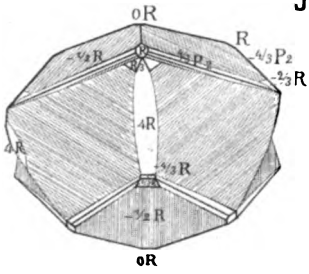


Fig. 3.



J. IRBY, KALKSPATH.

Fig. 4.

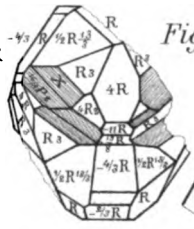
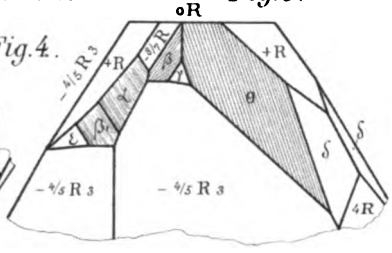


Fig. 5.



A. SADEBECK, MARKASIT U. EISENKIES.

Fig. 6.

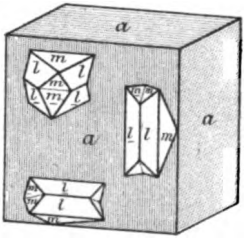


Fig. 7.

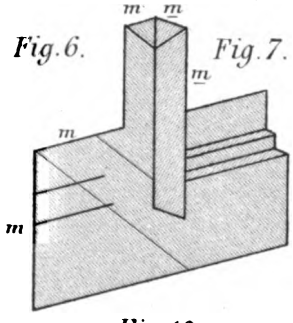


Fig. 8.

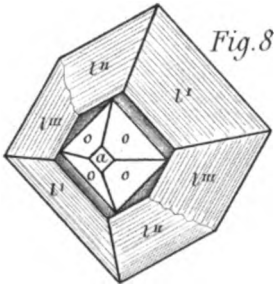


Fig. 9.

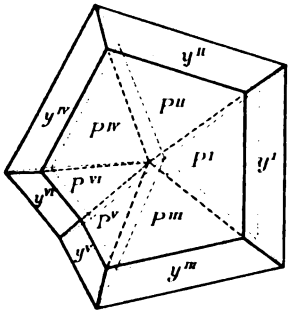


Fig. 10.

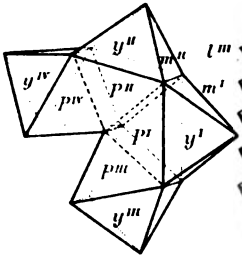
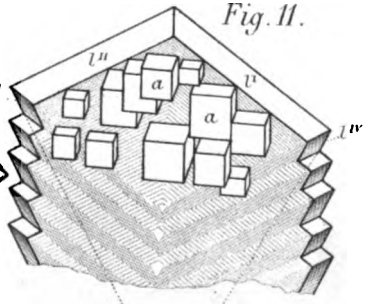


Fig. 11.



L. Fassoli Strassbg.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google